

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение школы 13.04.02. Электроэнергетика и электротехника

Направление подготовки Электроэнергетика и электротехника

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Автономные гибридные системы малой мощности

УДК 621.311.26.016.2-022.51

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич		

Руководитель

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Муравлев Игорь Олегович	к.т.н., доцент		

КОНСУЛЬТАНТЫ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ШИП	Фигурко Аркадий Альбертович	к.э.н., доцент		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОКД	Амелькович Юлия Александровна	к.т.н., доцент		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Руководитель профиля ООП	Обухов Сергей Геннадьевич	д.т.н.		

Томск – 2018 г.

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ООП

Код результата	Результат обучения (выпускник должен быть готов)
Профессиональные компетенции	
Р1	Применять соответствующие гуманитарные, социально-экономические, математические, естественно-научные и инженерные знания, компьютерные технологии для решения задач расчета и анализа электрических устройств, объектов и систем.
Р2	Уметь формулировать задачи в области электроэнергетики и электротехники, анализировать и решать их с использованием всех требуемых и доступных ресурсов.
Р3	Уметь проектировать электроэнергетические и электротехнические системы и их компоненты.
Р4	Уметь планировать и проводить необходимые экспериментальные исследования, связанные с определением параметров, характеристик и состояния электрооборудования, объектов и систем электроэнергетики и электротехники, интерпретировать данные и делать выводы.
Р5	Применять современные методы и инструменты практической инженерной деятельности при решении задач в области электроэнергетики и электротехники.
Р6	Иметь практические знания принципов и технологий электроэнергетической и электротехнической отраслей, связанных с особенностью проблем, объектов и видов профессиональной деятельности профиля подготовки на предприятиях и в организациях – потенциальных работодателях.
Универсальные компетенции	
Р7	Использовать знания в области менеджмента для управления комплексной инженерной деятельностью в области электроэнергетики и электротехники
Р8	Использовать навыки устной, письменной речи, в том числе на иностранном языке, компьютерные технологии для коммуникации, презентации, составления отчетов и обмена технической информацией в областях электроэнергетики и электротехники.
Р9	Эффективно работать индивидуально и в качестве члена или лидера команды, в том числе междисциплинарной, в области электроэнергетики и электротехники.
Р10	Проявлять личную ответственность и приверженность нормам профессиональной этики и нормам ведения комплексной инженерной деятельности.
Р11	Осуществлять комплексную инженерную деятельность в области электроэнергетики и электротехники с учетом правовых и культурных аспектов, вопросов охраны здоровья и безопасности жизнедеятельности.
Р12	Быть заинтересованным в непрерывном обучении и совершенствовании своих знаний и качеств в области электроэнергетики и электротехники.

Министерство образования и науки Российской Федерации
федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования
**«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Инженерная школа энергетики

Отделение школы 13.04.02. Электроэнергетика и электротехника

Направление подготовки Возобновляемые источники энергии

УТВЕРЖДАЮ:

Руководитель ООП

_____ С.Г. Обухов

(Подпись)

(Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич

Тема работы:

Автономные гибридные системы малой мощности

Утверждена приказом директора (дата, номер)

19.02.2018, № 1130/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

Район проектирования - Горно-Алтайск - город на юге Западной Сибири России, столица и единственный город Республики Алтай.

Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов

1. ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ
2. ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭНЕРГИИ СОЛНЦА
3. РАСЧЕТ НАГРУЗКИ И ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ
4. МОДЕЛИРОВАНИЕ В СРЕДЕ ПРОГРАММЫ MATLAB SIMULINK
5. СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ
6. ФИНАНСОВЫЙ МЕНДЖМЕНТ И РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ

Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы

(с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Социальная ответственность	Амелькович Юлия Александровна , доцент отделения контроля и диагностики
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Фигурко Аркадий Альбертович , доцент школы инженерного предпринимательства
Раздел, выполняемый на английском языке	Матухин Дмитрий Леонидович , доцент кафедры иностранных языков
Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:	
1. ОБЗОР ПРИМЕНЯЕМОГО ОБОРУДОВАНИЯ	
Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОЭЭ	Муравлев Игорь Олегович	к.т.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа		ФИО	
5АМ6Е		Геберлейн Кирилл Сергеевич	
Школа	Инженерная школа энергетики	Подразделение	Отделение электроэнергетики и электротехники
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	13.04.02 Электроэнергетика и электротехника

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

<i>1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих</i>	Оклады в соответствии с окладами сотрудников НИ ТПУ
<i>2. Нормы и нормативы расходования ресурсов</i>	30 % премии; 20 % надбавки; 16% накладные расходы; 13% районный коэффициент;
<i>3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования</i>	27,1 отчисления на социальные нужды

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

<i>1. Оценка коммерческого потенциала, перспективности и альтернатив проведения ВКР с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	Анализ конкурентных технических решений.
<i>2. Планирование и формирование бюджета научных исследований</i>	Формирование плана и графика разработки: -определение структуры работ; - определение трудоемкости работ; - разработка графика Ганта.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

<ol style="list-style-type: none"> 1. Матрица SWOT 2. Перечень этапов, работ и распределение исполнителей 3. График Ганта 	
--	--

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН	Фигурко А.А.	к.э.н., доцент		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич

Инженерная школа энергетики

Отделение **Электроэнергетики и электротехники**

Направление подготовки **13.03.02 «Электроэнергетика и электротехника»**

Профиль **Электроснабжение промышленных предприятий**

Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и области его применения</p>	<p>Исследование автономных гибридных систем малой мощности, а так же применение их на практике</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Производственная безопасность</p> <p>1.1. Анализ выявленных вредных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – физико-химическая природа вредности, её связь с разрабатываемой темой; – действие фактора на организм человека; – приведение допустимых норм с необходимой размерностью (со ссылкой на соответствующий нормативно-технический документ); – предлагаемые средства защиты; – (сначала коллективной защиты, затем – индивидуальные защитные средства). <p>1.2. Анализ выявленных опасных факторов при разработке и эксплуатации проектируемого решения в следующей последовательности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – механические опасности (источники, средства защиты); – термические опасности (источники, средства защиты); 	<p>В процессе проектирования инженер подвергается следующим вредным факторам:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Повышенная напряженность электрического поля - Повышенная и пониженная температура воздуха рабочей зоны - Производственный шум - Поражение электрическим током
<p>2. Экологическая безопасность:</p> <ul style="list-style-type: none"> – защита селитебной зоны – анализ воздействия объекта на атмосферу (выбросы); 	<p>При работе автомобильного двигателя в атмосферу выбрасываются газы. Для будущего поколения транспортное загрязнение почвы останется тяжелым наследством прошлого.</p>

<ul style="list-style-type: none"> – анализ воздействия объекта на гидросферу (сбросы); – анализ воздействия объекта на литосферу ; – разработать решения по обеспечению экологической безопасности со ссылками на НТД по охране окружающей среды. 	
<p>3. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:</p> <p>перечень возможных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения;</p> <p>выбор наиболее типичной ЧС;</p> <p>разработка превентивных мер по предупреждению ЧС;</p> <p>разработка действий в результате возникшей ЧС и мер по ликвидации её последствий.</p>	<p>Основными причинами возникновения ЧС могут быть:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1) результат стихийных бедствий и особо опасных инфекций; 2) воздействие внешних природных факторов, приводящих к старению или коррозии металлов, конструкций, сооружений и снижение их физико-механических показателей; 3) проектно-производственные дефекты сооружений (ошибки при изысканиях и проектировании, плохое качество строительных материалов и конструкций, нарушения в технологии изготовления и строительства); 4) воздействия технологических процессов промышленного производства на материалы сооружений (нагрузки, высокие температуры, вибрация); 5) нарушение правил эксплуатации сооружений; 6) нарушение правил техники безопасности при ведении работ; 7) ошибки, связанные с низким уровнем профессиональной подготовки рабочих и их некомпетентностью, и безответственностью.
<p>4. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности:</p> <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Амелькович Ю.А.	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
5АМ6Е	Геберлейн Кирилл Сергеевич		

Реферат

Данная работа содержит в себе 126 л., 27 рис., 37 табл., 16 источников, 1 приложения.

Дом на колесах, электроснабжение, источник электроснабжения, гибридная электростанция, экономическая эффективность, возобновляемые источники энергии, генератор, фотоэлектростанция, ветрогенератор.

Цель проекта: разработка системы автономного электроснабжения для дома на колесах, произвести экономическое обоснование принимаемых решений, произвести подбор оборудования и оценку возобновляемых ресурсов региона.

Для достижения поставленной цели использованы расчетные и графоаналитические методы, климатические характеристики заданного региона, пакеты программ Mathcad, Excel, графический редактор Microsoft Visio, Matlab.

Актуальность: последние годы все большее внимание привлекают проблемы использования чистых нетрадиционных возобновляемых источников энергии (НВИЭ) для нужд энергоснабжения различных сельскохозяйственных и промышленных объектов. Актуальность и перспективность данного направления энергетики обусловлена двумя основными факторами: тяжелым положением экологии и необходимостью поиска новых видов энергии. Традиционные топливно-энергетические ресурсы (уголь, нефть, газ и т.д.), при существующих темпах развития научно-технического прогрессу по оценкам ученых, иссякнут в ближайшие 100-150 лет. В России также разработана комплексная программа проведения научно-исследовательских, опытно-конструкторских работ по использованию НВИЭ. Программой предусмотрен ряд организационных мероприятий по освоению промышленностью производствами широкомасштабного, внедрения систем энергоснабжения, работающих на НВИЭ.

Обозначения и сокращения

ВИЭ - возобновляемые источники энергии;

ДГУ - дизель-генераторная установка;

АКБ - аккумуляторная батарея;

ЛЭП – линии электропередач;

СЭ – солнечные элементы;

СП - солнечные панели.

Оглавление

Введение.....	22
Глава 1. Анализ современного состояния систем электроснабжения	23
1.1 Анализ и оценка современного состояния использования возобновляемых источников энергии в автодомах	23
1.2 Общие географические и климатические сведения для эксплуатации.....	28
1.3 Современное состояние аппаратуры.....	29
1.3.1 Типы солнечных батарей, их характеристики	29
1.3.1.1 Солнечные батареи на основе кремния	30
1.3.1.2 Батареи из аморфного кремния	32
1.3.1.3 На основе CdTe	34
1.3.1.4 На основе селенида меди-индия.....	34
1.3.1.5 На основе полимеров.....	35
1.3.1.6 Солнечные панели для автономного электроснабжения автодома.....	36
1.3.2 Виды ветрогенераторов, их характеристики	37
1.3.2.1 Горизонтальные ветрогенераторы – виды и описание	39
1.3.2.2 Типы вертикальных ветрогенераторов	40
1.3.3 Виды инверторов, технические характеристики	44
1.3.3.1 Технические характеристики инверторов	45
1.3.4 Виды контроллеров заряда, технические характеристики.....	47
1.3.4.1 Виды контроллеров заряда	48
1.3.4.2 Критерии выбора	49
Глава 2. Технический расчет	52
2.1. Расчет электрических нагрузок	52
2.2. Оценка потенциала энергии ветра	56
2.3. Оценка потенциала использования энергии солнца.....	57
Глава 3. Выбор оборудования гибридной электростанции. Разработка алгоритма работы системы электроснабжения.....	63
3.1. Выбор солнечных модулей	63
3.2. Выбор инвертора	67
3.3. Выбор контроллера заряда.....	69
3.4. Выбор аккумуляторных батарей, бензогенератора	70
3.5 Алгоритм работы системы электроснабжения объекта	72
Глава 4. Моделирование в программе Matlab/Simulink	73
5.1 Производственная безопасность	80
5.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов	80
5.1.2 Микроклимат	82
5.1.3 Электромагнитное и ионизирующее излучение	84
5.1.4 Освещение.....	84
5.1.5 Шумы.....	86
5.1.6 Электрический ток и статическое электричество.....	87
Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) раздел 1.1.13 бытовые, производственные и торговые помещения различаются на классы:	88
5.2 Экологическая безопасность	89
5.2.1 Анализ воздействий автодома на окружающую среду	89
5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях.....	90
5.3.1 Пожарная безопасность.....	90
5.3.2 Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях	92
5.3.3 Правовые и организационные вопросы безопасности	93
6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	97
6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения.....	98
6.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования	104
6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования	104
6.2.1.1 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ	106
6.2.1.2 Разработка графика проведения научного исследования	107
6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ).....	112
6.3.1 Расчет материальных затрат	112
6.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы	113
6.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)	115
6.3.4 Накладные расходы	116

6.3.5 Формирование сметы технического проекта	116
Список использованных источников	123
Приложение А.....	124

Введение

Каждый из нас не раз сталкивался с внезапными отключениями электроэнергии, скачками напряжения в сети, выводящими из строя дорогостоящие электроприборы. Альтернативные источники энергии позволят забыть обо всех неприятностях, связанных с перебоями в электроснабжении. Если еще несколько лет назад, из-за высокой стоимости, такие энергосистемы являлись в нашей стране штучным товаром, то прорыв в начале 21 века в технологиях альтернативных возобновляемых источников энергии и, прежде всего, солнечной, значительно повысил доступность систем экологичной энергии. Собственное независимое электроснабжение, без перебоев, шума и загрязнений окружающей среды – вот неполный перечень преимуществ собственных систем, работающих на возобновляемых источниках энергии. Стоимость установки всех «зеленых» систем электроснабжения пока еще довольно высока, но со временем окупается (в зависимости от местных условий), что послужило одной из причин растущей популярности альтернативных систем энергообеспечения. Разумеется, незнакомые широкому потребителю технологии, отечественное производство, не приспособленное к выпуску компонентов систем достаточного качества и, как следствие, вынужденное использование импортной, более дорогой продукции, тормозят распространение альтернативной, в том числе и солнечной, энергетики в различных регионах России

Ключевым фактором в данной работе является проблема электроснабжения удаленного от центральных энергосетей объекта, решить ее возможно с использованием солнечной энергии и энергии ветра.

Глава 1. Анализ современного состояния систем электроснабжения

1.1 Анализ и оценка современного состояния использования возобновляемых источников энергии в автодомах

Объектом электроснабжения является дом на колесах – это тип транспорта, являющийся одновременно жильем и средством передвижения. Свою популярность подобного рода жилье обрело в начале прошлого века. Изначально дома на колесах представляли собой небольшие фургоны, оборудованные для проживания людей. Первый дом на колесах, установленный на обычное автомобильное шасси, был представлен в 1938 году компанией “Дженнингс”. [1]

По сути, мобильный дом на колесах – это задуманный, а затем сконструированный и разработанный дом, для проживания в нем одного или нескольких человек в условиях максимального комфорта.

Несомненными преимуществами такого сооружения являются:

- оно занимает на участке минимум пространства;
- специального или сложного ухода за ним не требуется;
- оно может эксплуатироваться не только на даче.

На нем удобно путешествовать, чтобы не искать временный ночлег и не тратить на него деньги: всё необходимое имущество всегда будет у вас под руками. В западных странах путешествия с собственным домом – это широко распространенная практика. Наши сограждане ещё только начинают осваивать такой способ туризма. Но, учитывая бескрайние просторы нашей родины и её красоты, можно предположить, что популярность мобильных конструкций год от года будет только расти. [1]

С развитием научной мысли и техники расширяется и ассортимент мобильных домов. Разные модели отличаются друг от друга не только габаритами, но и технической оснащённостью, качеством внутренней отделки.

Без электричества в современном автодоме не обойтись. Даже самые небольшие и недорогие автодома оборудуют освещением, холодильниками,

плитами, телевизором, и т. д. Чаще всего встроенные низковольтные устройства и приборы автодома питаются от отдельной бортовой сети 12 (или 24В), с накопительной аккумуляторной батареей. Так же в автодомах часто применяются бытовые приборы, рассчитанные на переменное напряжение 220В. Такие приборы подключают в розетки своей отдельной сети, соединяемой через внешний разъем автодома к 220-вольтовой бытовой сети стационарных объектов во время стоянки. Как вариант, так же во время стоянки может производить переменное напряжение 220В выносной, или встраиваемый в автодом топливный генератор. В каждом случае можно так же параллельно подзаряжать бортовые аккумуляторные батареи с помощью зарядного устройства как от внешней сети 220В, так и от генератора с выходом 220В. И наконец, третья сеть, отдельная от двух первых, объединяет электрооборудование для запуска двигателя и работы самого автомобиля, питающееся от стартерного аккумулятора автодома. Стартерная аккумуляторная батарея так же может подключаться к зарядному устройству бортовой АКБ во время стоянок, питания от внешнего генератора. А бортовая аккумуляторная батарея, в свою очередь, может заряжаться от стартер-генератора, соединенного с двигателем автодома. В каждую из сетей автодома так же входят устройства защиты – предохранительные цепи и реле. В поездке, на стоянке, кроме внешнего генератора и генератора автомобиля, вырабатывать ток для заряда бортовой АКБ могут солнечные батареи, а так же ветрогенератор. [1]

Автотуризм и автомобильные путешествия сейчас очень популярны среди владельцев транспортных средств. Развивается новое направление отдыха, путешествия в доме на колесах.

Караванинг очень популярен в США и Европе, обретает все больше своих поклонников у нас. Ведь мобильность и комфорт, которую дает автодом, позволяет планировать маршрут и отдых по собственному усмотрению, не быть привязанным к гостиницам и турагентствам, останавливаться с комфортом и удобствами в самых красивых и живописных местах природы.

В данной работе обращается внимание на солнечную энергию и энергию ветра. В настоящее время возобновляемая энергетика динамично развивается с технологических и экономических позиций и внедряется по всему миру.

Достоинства такого вида энергии очевидны: солнечный свет и ветер как энергоноситель – доступен в любой точке земного шара. Технологии его преобразования в электрическую энергию были изучены еще в конце прошлого века и все время модернизируются и удешевляются, а также срок службы и простота эксплуатации позволяют использовать солнечные и ветровые установки даже в локальных масштабах. [1]

Любая автономная система, работает независимо от сети централизованного энергоснабжения. В этих условиях ВЭУ может функционировать самостоятельно, использоваться как дублер любого другого генератора или применяться в сочетании с другими энергетическими установками в качестве компонента комбинированной системы энергоснабжения. Такие системы используются для электроснабжения домов, ферм или производственных помещений малых предприятий. [1]

Как правило, маломощные автономные ВЭУ генерируют постоянный ток для заряда АБ. Система содержит инвертор для преобразования постоянного тока в переменный с напряжением 230 В. В настоящее время, в России разработаны и используются опытные образцы ВЭУ мощностью 2,5; 5; 8 и 10 кВт. Более мощные системы, используемые, например, для электроснабжения нескольких объектов, обычно генерируют переменный ток. Приоритетным направлением развития ветроэнергетики в России на ближайшее время будет автономное использование малых и средних ВЭУ.

Оптимальной является работа топливного генератора в качестве резерва в комбинированной системе электроснабжения на основе возобновляемых источников энергии. Таким образом, ветроустановка (или СЭ) работает при наличии ветра (ясной погоды), заряжая аккумуляторы или выдавая мощность потребителю. Как только ветроустановка (СЭ) перестает выдавать

необходимую мощность, включается дизель-генератор и восполняет недостаток. Такая схема электроснабжения имеет ряд преимуществ:

- надежность системы электроснабжения
- экологичность
- бесшумность (дизель-генератор включается в то время, когда Вам это удобно и работает незначительное время)

Стимулом к применению автономных источников в автотуризме, является невозможность использования традиционных систем электроснабжения на отдаленных расстояниях, решить это возможно при использовании солнечной энергии и энергии ветра.

На рисунках ниже представлен объект электроснабжения ГАЗель Некст, спроектированный по зарубежному аналогу Adria Twin 500:



Рисунок 1 - Внешний вид Adria Twin 500



Рисунок 2 - Внешний вид ГАЗ Некст

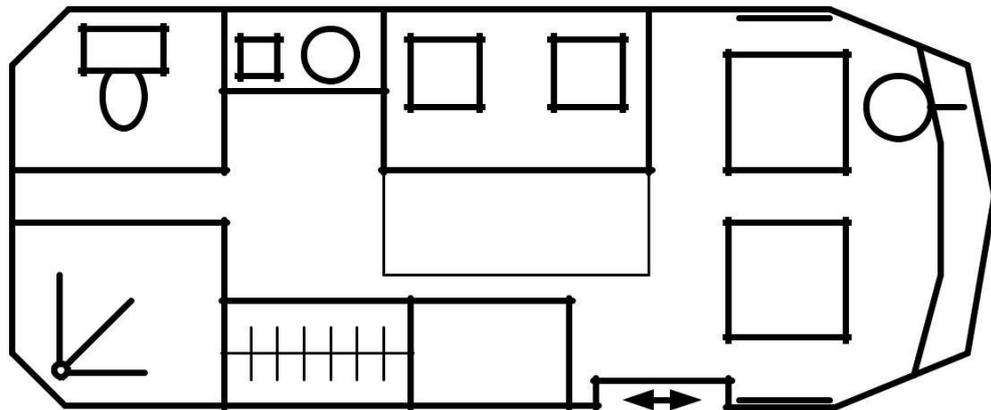


Рисунок 3 - Планировка жилого отсека ГАЗ Некст

Таблица 1- Характеристики автодома

Длина, мм	5630
Ширина, мм	2050
Кол-во мест (вкл. водителя)	4
Спальных мест	2
Высота, мм	2140
Площадь жилого отсека, м ²	10

Вывод: В роли объекта электроснабжения выступает отечественный автомобиль ГАЗель Некст, спроектированный по зарубежному дому на колесах Adria Twin 500. Дом на колесах будет предназначен, для автотуризма. Автодом имеет все необходимое цивилизованному человеку электрооборудования.

1.2 Общие географические и климатические сведения для эксплуатации

Рассмотрим основные особенности объекта, для определения наиболее приемлемых вариантов электроснабжения. Объект электроснабжения будет находиться в районе Горно-Алтайска, город на юге Западной Сибири, столица и единственный город Республики Алтай. [3]

Горно-Алтайск расположен в северо-западной части Алтайский гор в межгорной котловине в окружении невысоких гор на высоте 270 — 305 м. над уровнем моря, в месте слияния рек Улалушки и Маймы, которые впадают в реку Катунь примерно в 250 километрах к северу от горы Белухи, высшей точки Алтая и Сибири. Город расположен, можно сказать, в яме. Ветра нет, и циркуляция воздуха небольшая. То есть смог, и дым частенько зависают над городом не на один день. [3]

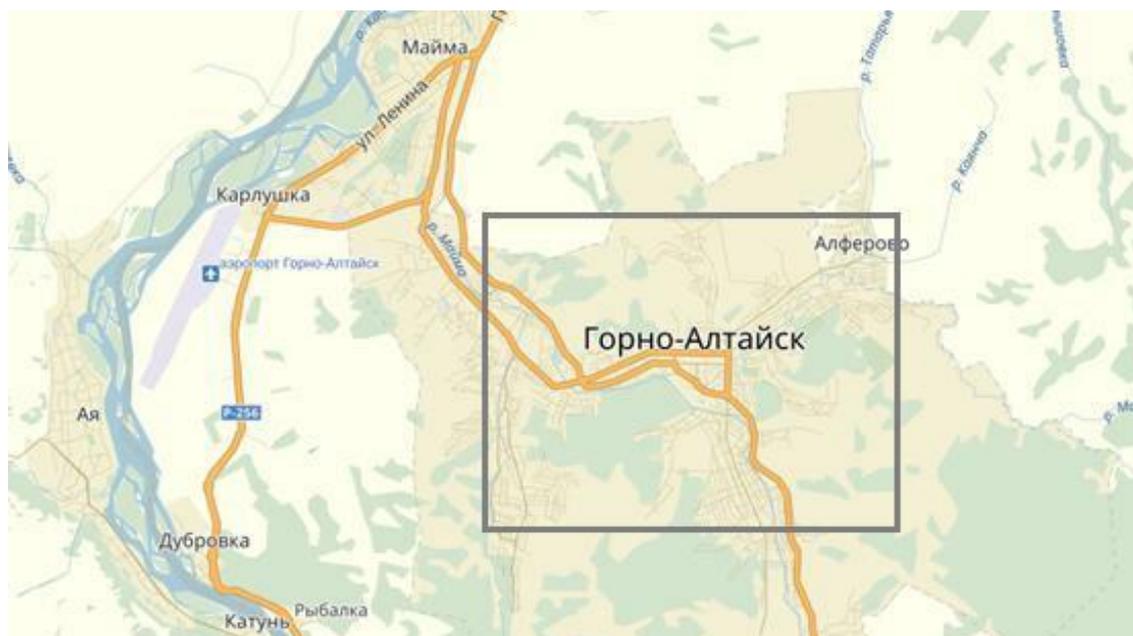


Рисунок 4 - Расположение на карте

Хороший сезон для поездки на Алтай — с мая по сентябрь. Зима здесь длится с ноября по апрель и только в мае в горах начинается настоящая весна. На майские праздники может быть еще прохладно, зато реки будут полноводны и водопады предстанут во всей своей красе. Теплее всего на Алтае в июле, но в это время и больше всего дождей. В сентябре уже учащаются заморозки, и в горах может быть неуютно.

Климат континентальный. Летом температура может варьироваться от +13..+20 до +30..+35 °С. Так же случаются большие суточные амплитуды температуры. Пик гроз приходится на июль, в августе он резко спадает. [3]

- Абсолютный максимум температуры: +40,3°С
- Абсолютный минимум температуры: -48,6°С.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

- анализ существующих типов и характеристик генерирующего оборудования, представленного в виде солнечных батарей, ВИЭ и дизельных генераторов;
- выбор необходимого типа, мощности и количества источников электроэнергии;
- разработка схемы электроснабжения;
- оценка объёмов экономии топлива, возникающей при применении гибридной электростанции;
- оценка экономической эффективности внедрения солнечных источников электроэнергии. [3]

1.3 Современное состояние аппаратуры

1.3.1 Типы солнечных батарей, их характеристики

Сегодня на рынке солнечных модулей представлено несколько различных образцов. Отличаются они друг от друга технологией изготовления и материалами, из которых их производят. На рисунке ниже приведена классификация солнечных батарей. [4]

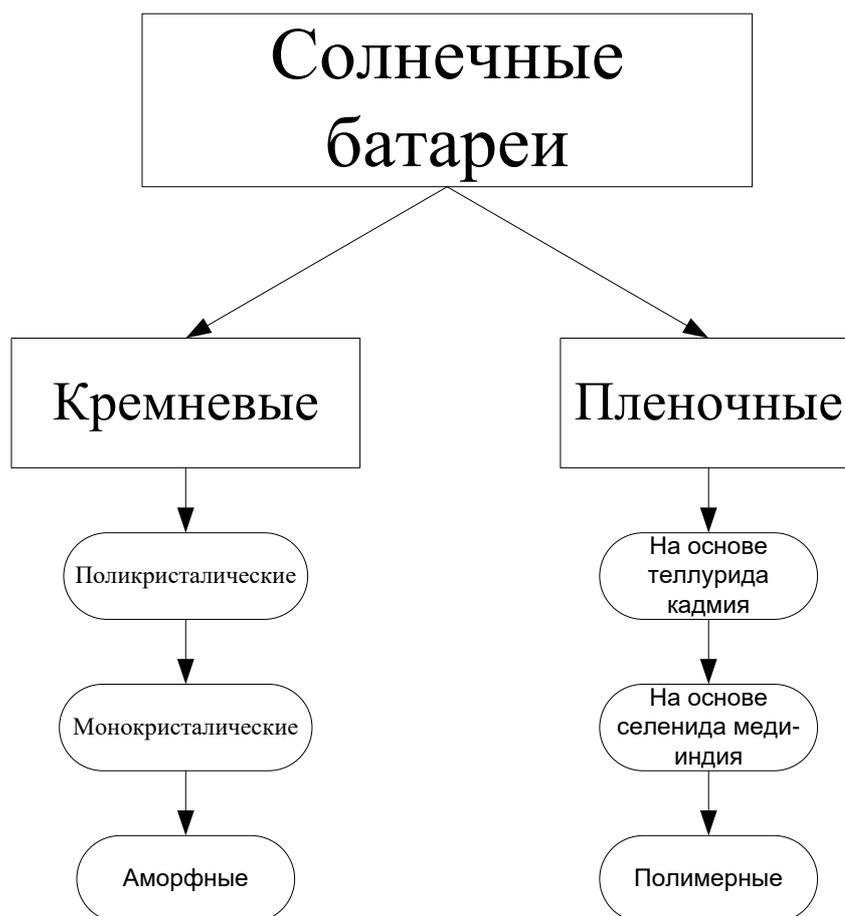


Рисунок 5 - Классификация солнечных батарей

1.3.1.1 Солнечные батареи на основе кремния

Батареи, основой которых служит кремний, на сегодняшний день являются самыми популярными. Объясняется это широким распространением кремния в земной коре, его относительной дешевизной и высоким показателем производительности, в сравнении с другими видами солнечных батарей. Как видно из рисунка выше кремниевые батареи производят из моно- и поликристаллов Si и аморфного кремния. [4]

Монокристаллические солнечные батареи представляют собой силиконовые ячейки, объединенные между собой. Для их изготовления используют максимально чистый кремний, получаемый по методу Чохральского. После затвердевания готовый монокристалл разрезают на тонкие пластины толщиной 250-300 мкм, которые пронизывают сеткой из

металлических электродов (рис. нарезка). Используемая технология является сравнительно дорогостоящей, поэтому и стоят монокристаллические батареи дороже, чем поликристаллические или аморфные. Выбирают данный вид солнечных батарей за высокий показатель КПД (порядка 17-22%). [4]



Рисунок 6 - Монокристаллическая солнечная батарея

Для получения поликристаллов кремниевый расплав подвергается медленному охлаждению. Такая технология требует меньших энергозатрат, следовательно, и себестоимость кремния, полученного с ее помощью меньше. Единственный минус: поликристаллические солнечные батареи имеют более низкий КПД (12-18%), чем их моно «конкурент». Причина заключается в том, что внутри поликристалла образуются области с зернистыми границами, которые и приводят к уменьшению эффективности элементов. [4]



Рисунок 7 - Монокристаллические солнечные батареи

В таблице 2 приведены основные различия между моно и поли солнечными элементами.

Таблица 2 - Различия между моно и поли солнечными элементами

Показатель	Моно элементы	Поли элементы
Кристаллическая структура	Зерна кристалла параллельны. Кристаллы ориентированы в одну сторону.	Зерна кристалла не параллельны. Кристаллы ориентированы в разные стороны.
Температура производства	1400°C	800-1000°C
Цвет	Черный	Темно-синий
Стабильность	Высокая	Меньше, чем у моно
Период окупаемости	2 года	2-3 года
Цена	Высокая	Меньше, чем у моно

1.3.1.2 Батареи из аморфного кремния

Если проводить деление в зависимости от используемого материала, то аморфные батареи относятся к кремниевым, а если в зависимости от технологии производства – к пленочным. В случае изготовления аморфных панелей, используется не кристаллический кремний, а силан или

кремневодород, который тонким слоем наносится на материал подложки. КПД таких батарей составляет всего 5-6%, у них очень низкий показатель эффективности, но, несмотря на эти недостатки, они имеют и ряд достоинств:

- Показатель оптического поглощения в 20 раз выше, чем у поли- и монокристаллов
- Толщина элементов меньше 1 мкм
- В сравнении с поли- и монокристаллами имеет более высокую производительность при пасмурной погоде
- Повышенная гибкость

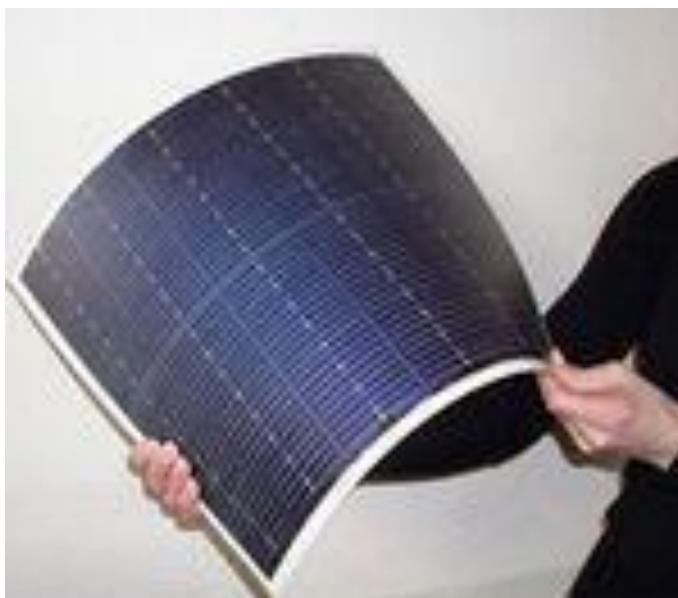


Рисунок 8 – Пленочный солнечный модуль

Помимо описанных выше видов кремниевых солнечных батарей, существуют и их гибриды. Так для большей стабильности элементов используют двухфазный материал, представляющий собой аморфный кремний с включениями нано- или микрокристаллов. По свойствам полученный материал сходен с поликристаллическим кремнием. [4]

Разработка пленочных батарей обусловлена:

1. Потребностями в снижении стоимости солнечных батарей.
2. Необходимостью в улучшении производительности и технических характеристик. [4]

1.3.1.3 На основе CdTe

Исследования теллурида кадмия, как светопоглощающего материала для солнечных батарей начались еще в 70-х годах. В то время его рассматривали как один из оптимальных вариантов для использования в космосе, сегодня же батареи на основе CdTe являются одними из самых перспективных в земной солнечной энергетике. Так как кадмий является кумулятивным ядом, то дискуссии возникают лишь по одному вопросу: токсичен или нет? Но исследования показывают, что уровень кадмия, высвобождаемого в атмосферу, ничтожно мал, и опасаться его вреда не стоит. Значение КПД составляет порядка 11%. Согласитесь, цифра небольшая, зато стоимость ватта мощности таких батарей на 20-30% меньше, чем у кремниевых. [4]

1.3.1.4 На основе селенида меди-индия

Как понятно из названия, в качестве полупроводников используются медь, индий и селен, иногда некоторые элементы индия замещают галлием. Такая практика объясняется тем, что большая часть производящегося на сегодня индия требуется для производства плоских мониторов. Именно поэтому с целью экономии индий замещают на галлий, который обладает схожими свойствами. Пленочные солнечные батареи на основе селенида меди-индия имеют КПД равный 15-20%. Следует иметь в виду, что без использования галлия эффективность солнечных батарей возрастает примерно на 14%. [4]

1.3.1.5 На основе полимеров

Разработка данного вида батарей началась сравнительно недавно. В качестве светопоглощающих материалов используются органические полупроводники, такие как полифенилен, углеродные фуллерены, фталоцианин меди и другие. Толщина пленок составляет 100 нм. Полимерные солнечные батареи имеют на сегодняшний день КПД всего 5-6%. Но их главными достоинствами считаются:

- Низкая стоимость производства.
- Легкость и доступность.
- Отсутствие вредного воздействия на окружающую среду.

Применяются полимерные батареи в областях, где наибольшее значение имеет механическая эластичность и экологичность утилизации. В таблице 3 приведены обобщенные данные о КПД разных видов солнечных батарей. [4]

Таблица 3 - Обобщенные данные о КПД разных видов солнечных батарей

Моно	17-22%
Поли	12-18%
Аморфные	5-6%
На основе теллурида кадмия	10-12%
На основе селенида меди-индия	15-20%
На основе полимеров	5-6%

1.3.1.6 Солнечные панели для автономного электроснабжения автодома

При запланированных длительных путешествиях на автономном электроснабжении со стоянкой вне автокемпингов и других мест с возможностью заряда бортовых аккумуляторов от внешней сети 220В, путешественнику стоит заранее позаботиться о использовании энергосберегающего оборудования в своем передвижном жилье. А дополнительные устройства генерации энергии – солнечные батареи и компактный ветрогенератор позволят отдыхать комфортно и без проблемно, не слыша тархтения топливного генератора и не заботясь о разных мелочах, с ним связанных. Ведь современные солнечные батареи могут достаточно эффективно обеспечить энергией практически всю бытовую технику и приборы, применяемые в автодомах. Многие ошибочно полагают, что такие системы дорогие и не надежные, дают мало энергии и совершенно не практичны. Но это абсолютно не так – опыт показывает, что даже небольшие солнечные панели в несколько десятков ватт мощности обеспечивают энергией освещение автодома, зарядку моб. устройств, работу мини телевизора. Более мощные панели вполне справятся с питанием компрессорного мини холодильника, освещения, TV, и к тому же легко поместятся на крышу даже небольшого автодома. Высокой эффективности их использования способствует осуществление большинства автопутешествий преимущественно в весенне-летний период года, когда максимальна солнечная активность. Но даже в межсезонье, или зимний период, когда минимум солнечной инсоляции, грамотно сконфигурированные системы электроснабжения на солнечных модулях позволяют постоянно держать подзаряженными бортовые аккумуляторные батареи автодомов. Стоимость солнечных батарей постоянно снижается, на фоне роста стоимости топлива, делая их прекрасной альтернативой последнему. Использование солнечных панелей дает возможность минимизировать запуск внешнего топливного генератора на 220В, или даже вообще отказаться от него, что только добавит комфорта и удобств.

Ведь применение инвертеров-преобразователей напряжения с выходом 220В решит вопрос питания высоковольтного оборудования и техники, а солнечные батареи произведут необходимое количество энергии для ее работы. [4]

1.3.2 Виды ветрогенераторов, их характеристики

Комплекс автономной ветряной электростанции включает в себя лопастную, либо карусельную ветротурбину, поднятой на мачту, а также электрогенератор, расположенный в гондоле или в основании мачты. Вырабатываемая электроэнергия идет на зарядку аккумуляторов через специальный контроллер заряда, затем инвертор преобразует напряжение из постоянного 12 или 24 вольт в переменные 220 вольт и питает сеть потребителей. [5]

Чем выше мачта ветрогенератора, тем более эффективна его работа – на поверхности земли много препятствий, непроницаемых для ветров и поэтому влияющих на их скорость. Контроллер служит как для преобразования переменного тока, полученного электрогенератором, в постоянный, поступающий к аккумуляторам, так и для управления работой ветровой турбиной. Он следит за скоростью вращения лопастей, активируя их торможение при высокой силе ветра, иначе повышенное напряжение сожжет аккумуляторные батареи. Система аккумуляторных батарей снабжает потребителей электроэнергией во время безветрия, а также стабилизирует напряжение на выходе из генератора – его значение зависит от скорости ветров и не может быть постоянным.

Принцип работы ветряных электростанций схож с их прототипами, веками, служившими в качестве мельниц и насосов – сила ветра вращает колесо-ротор, снабженное лопастями (крыльями), крутящий момент передается на основной рабочий механизм. Скорость вращения при этом зависит от диаметра лопастного колеса – чем он больше, тем лучше захватывает воздушные потоки. [5]

По числу крыльев ветряки делятся на модели, оснащенные одной-тремя лопастями и многолопастные. На первый взгляд роторы с большим числом крыльев (лопастей) обладают большим преимуществом, ведь для их вращения достаточно небольшой силы ветра. Но для выработки электроэнергии необходимо не просто вращение, а постоянное и определенное число оборотов. Чем больше лопастей, тем выше сопротивление ветряка воздушному потоку, а значит, необходима более высокая скорость ветра, чтобы достичь требуемых оборотов ротора в электрогенераторе.

Многолопастные ветрогенераторы эффективны, если речь идет о перекачке воды – т.е. присутствует вращение, как таковое, а в производстве электроэнергии они проигрывают роторам с малым числом лопастей.

Лопастя колес ветрогенераторов выполняются либо жесткими (металлическими, деревянными, стеклопластиковыми и т.д.), либо парусными (тканевыми). Последние дешевле, однако, изнашиваются за крайне короткий срок эксплуатации – при 3-х метровом диаметре ветряного колеса и 400 оборотах электрогенератора, скорость вращения на конце лопастей достигает 500 км/ч. Учитывая частицы пыли, взвешенные в воздухе, износ материала крыльев ротора будет значительным. Поэтому металлические и стеклопластиковые лопасти значительно надежнее, чем тканевые. [5]

Шаг ротора, в зависимости от модели ветряка, может быть фиксированным либо изменяемым. Во втором случае достигается более широкий диапазон рабочих скоростей, что стабилизирует выработку электроэнергии при различной силе ветра. Но ветрогенераторы с изменяемым шагом ветряного колеса необходимо оснащать лопастями аэродинамической сложной конструкции, что негативно влияет на надежность ветряка и увеличивает вес ротора. Кроме того, возрастает стоимость агрегата.

Наиболее популярными типами ветрогенераторов являются модели с горизонтально-осевыми и с вертикально-осевыми роторами. [5]

1.3.2.1 Горизонтальные ветрогенераторы – виды и описание



Рисунок 9 – Горизонтальный ветрогенератор

Считаются ветровыми электростанциями традиционного построения, конструкционно являются лопастным механизмом, вращающимся по горизонтальной оси. Наибольшая скорость вращения достигается при перпендикулярном положении лопастей по отношению к воздушному потоку. Чтобы всегда держаться против ветра, независимо от его географического направления, малые ветряки комплектуются вертикальным крылом, размещенным за гондолой. Маломощные ветрогенераторы крыльчатого типа не оснащены мультипликатором – крутящий момент передается к генератору напрямую. [5]

Эффективность горизонтальных ветровых электростанций выше, чем у моделей других видов. Два или три горизонтальных винта (крыла) способны работать с коэффициентом использования ветровой энергии на уровне 30% не требуя точной калибровки. [5]

Крыльчатые ветрогенераторы могут быть однолопастными, двух или трехлопастными, а также многолопастными (т.е. иметь более трех крыльев).

Колесо однолопастных ветряков комплектуется одним крылом и противовесом, служащим для балансировки. Низкий момент инерции обеспечивает таким моделям ветрогенераторов максимально высокую скорость вращения. В свою очередь скорость делает возможным комплектовать

однолопастники синхронными генераторами с прямым приводом, обладающими меньшими размерами и массой, чем асинхронные генераторы равной мощности. В перечень достоинств однолопастных ветровых электрогенераторов входит их более низкая стоимость из-за меньшего, по сравнению с другими крыльчатými моделями, числа лопастей. [5]

Четное число лопастей у двукрылых ветряков позволяет им самостоятельно выравниваться, занимая строго горизонтальное положение. Самовыравнивание лопастей делает такой ротор незаменимым при частых подъемах и спусках мачты, удерживающей его гондолу. Две лопасти весят меньше и стоят дешевле, чем три или большее их количество, поэтому спрос на двукрылые ветрогенераторы малой и средней мощности достаточно стабилен. Трехлопастные ветрогенераторы популярны более других – большинство домовладельцев, намеренных решить проблему автономного электроснабжения с помощью ветряка, ищут именно такие модели. Производятся как маломощные трехлопастники, так и агрегаты максимальной производительности в сфере ветроэнергетики – мощностью в 7 МВт. [5]

Ветровые электроустановки, оснащенные многолопастным ротором, являются высоко инерционными – их скорость вращения невелика, однако крутящий момент выше, чем у крыльчатых ветрогенераторов с меньшим числом лопастей. В качестве электрогенераторов они малоэффективны, но идеально подходят в качестве насосных систем. [5]

1.3.2.2 Типы вертикальных ветрогенераторов

Карусельные ветряки не нуждаются в регулировки положения по отношению к ветру – исправно работают при любом его направлении. Если ветер крепчает, то ветрогенераторы увеличивают силу тяги при помощи тормозной системы, удерживая обороты на оптимальном уровне. Роторы такого типа не вращаются с большой скоростью, поскольку это неизбежно повредит вертикально установленный приводной вал, передающий крутящий момент на многоплюсый электрогенератор. Коэффициент использования энергии ветра у

карусельных ветрогенераторов составляет не более 20%. Причины малой эффективности связаны с малой площадью колеса, взаимодействующего с ветрами, а также с потребностью в кропотливой настройке системы торможения. [5]

Наиболее популярны пять типов вертикальных роторов – Дарье и Савониуса, вертикально-осевые, геликоидные (роторы Горлова) и многолопастные. [5]



Рисунок 10 – Вертикальный ветрогенератор

Ортогональный ротор Дарье назван в честь своего создателя, французского инженера Жоржа Дарье, продемонстрировавшего свое изобретение в 1931 году. Его колесо оснащено двумя, иногда тремя лопастями, выполненными в виде плоских овалов. Ветрогенераторы Дарье самостоятельно ориентируются на ветер, в их конструкции приводной вал находится возле поверхности земли, его гораздо проще обслуживать по сравнению с вертикальными роторами других типов. В числе их недостатков относительно недолгая служба опорных узлов (из-за значительных динамических нагрузок от ротора), неспособность запускаться самостоятельно (особенно при

равномерной скорости ветра), сложное производство (профиль лопастей должен быть строго выдержан), высокая шумность во время работы. [5]

Ротор с лопастями, выполненными из разрезанных пополам цилиндров, в 1922 году изобрел финский инженер Сигурд Йоханнес Савониус. Конструкция ротора Савониуса проста, он легко начинает вращение даже при малых скоростях ветра (от 3-х м/с), обладая высоким крутящим моментом при пуске. Такой ветрогенератор надежен, его производство обходится недорого, но добиться высокой производительности от ротора Савониуса невозможно. Поэтому такие роторы используются в конструкции ветровых установок мощностью до 5 кВт и для разгона ветрогенераторов, оснащенных в качестве основного ротором Дарье. [5]

Ветряки с вертикально-осевым ротором имеют несколько (более двух) лопастей, расположенных вертикально к земле и параллельно по отношению к осевой мачте. Их достоинства и недостатки близки к аналогичным характеристикам ветрогенераторов с ротором Дарье, т.к. вертикально-осевая ветротурбина – модификация изобретения французского инженера. Такой ветряк способен развивать высокую скорость при вращении, его шумность ниже, чем у прототипа. Вертикально-осевой ротор устроен проще и более надежен во время эксплуатации, чем модель Дарье. [5]

Геликоидный ротор разработан в 2001 г. профессором Александром Горловым, возглавляющим лабораторию гидропневматики в бостонском Северо-восточном университете (штат Массачусетс, США). Представляет собой модификацию вертикально-осевого ротора – лопасти изогнуты по диагонали, благодаря чему колесо вращается равномерно и на опорные узлы воздействуют меньшие динамические нагрузки. Ротор Горлова вращается быстро, его КПД близок к крыльчатым ветрогенераторам. Недостатки: высокая стоимость производства из-за сложной конструкции лопастей; значительная шумность во время работы, возникновение инфразвука (частота до 8 Гц).

Конструкция многолопастного ветрогенератора базируется на вертикально-осевом роторе. Имеют два ряда лопастей – внешний и внутренний.

Внешние лопасти закреплены жестко и не вращаются, они предназначены для захвата, сжатия и направления под определенным углом ветрового потока на крылья внутреннего ряда, размещенные на роторе. [5]

Многолопастные ветрогенераторы достаточно эффективны, хорошо работают при слабых ветрах. К их недостаткам относятся высокая стоимость – профилированные лопасти недешевы – и значительный уровень шума при работе. [5]

Достоинства ветрогенераторов:

- полная безопасность для окружающей среды. Выработка электроэнергии с использованием силы ветров не сопровождается какими-либо вредными выбросами или отходами;
- возобновляемый источник первичной энергии, не требующий затрат на добычу и доставку к электростанции;
- площади, занятые ветроэлектростанцией, можно использовать в сельском хозяйстве;
- ветрогенераторы устанавливаются непосредственно вблизи потребителей, соответственно, расходы на транспортировку электроэнергии минимальны;
- затраты на производство электроэнергии не зависят от изменчивости цен на традиционные энергоносители;
- быстрый монтаж ветряной электростанции, отсутствие сложностей в обслуживании, низкие эксплуатационные расходы. [5]

Недостатки ветрогенераторов:

- значительная стоимость ветрогенераторов;
- нестабильная производительность электроэнергии – в безветрие или при слабом ветре ветряк бесполезен;
- высокий уровень шума при работе;
- влияние на качество приема радио и телесигналов;

- создают угрозу для летящих птиц;
- снижают эстетику ландшафта. [5]

По большому счету, главный недостаток ветровых электрогенераторов связан с их малой распространенностью – эти агрегаты непривычны для жителей городов и поселков, а все новое традиционно считается плохим. [5]

1.3.3 Виды инверторов, технические характеристики

Основной задачей такого прибора является преобразование постоянного тока, производимого солнечными батареями в переменный. В дальнейшем такая энергия может использоваться различными устройствами. Мощность инвертора-преобразователя напряжения может быть от 100 до 8000 Вт. Это позволяет выбирать прибор, параметры которого соответствуют общей нагрузке в сети электропитания конкретного объекта. [6]

Классификация оборудования зависит от напряжения на выходе. Исходя из этого параметра, различают два основных типа преобразователей напряжения-частоты:

- Автономные;
- Сетевые;
- Меандровые;
- Синусоидальные.

В комплексе с солнечными батареями чаще всего используются инверторы второго вида. Они отличаются высоким качеством работы и считаются оптимальным вариантом для объектов, где установлена чувствительная техника. На выходе синусоидального преобразователя напряжения параметры похожи на те, которые выдает основная электрическая сеть. Что касается меандровых моделей, то у них на выходе напряжение имеет форму прямоугольных импульсов. Поэтому такие устройства рекомендованы для использования в комплексе с световым оборудованием. [6]

1.3.3.1 Технические характеристики инверторов

Выбирая оборудование, обычно обращают внимание на его основные параметры. Для преобразователей напряжения 12-220 такими являются:

- Выдаваемая мощность;
- Синусоида на выходе;
- Напряжение и частота;
- Функции защиты;
- Дополнительные возможности. [6]

Рассмотрим каждую характеристику более детально. Начнем с выдаваемой мощности, так как этот параметр один из наиболее важных. От него зависит сколько и каких устройств можно будет подключить к инвертору-преобразователю напряжения. Определяется этот параметр в киловаттах. Но нужно учитывать, что в паспорте прибора указываются два значения – номинальная и пиковая мощности. Причем последнее значение в 1,5, а то и 2 раза больше первого. [6]

На выходе повышающий преобразователь напряжения способен генерировать ток с чистой либо модифицированной синусоидой. Для потребителя этот момент не менее важен, чем мощность. Ведь при использовании оборудования с модифицированной синусоидой подключенные к нему газовые котлы могут не зажигаться, а циркуляционные насосы гудеть. Поэтому подключать к таким инверторам дорогостоящую технику не рекомендуется. [6]



Рисунок 11 – Различные виды инверторов

Выходное напряжение устройства зависит от величины этого параметра на входе. Выпускают модели преобразователей напряжения частоты:

- 12В;
- 24В;
- 48В.

Любое устройство, чья работа связана с электричеством, должно иметь систему защиты от перегрузки или КЗ. Если речь идет об аккумуляторной батарее, то к перечисленным выше добавляются и некоторые другие. Это может быть защита от перезаряда батареи или неправильной полярности подключения, а также перегрева и перенапряжения. Некоторые модели повышающих преобразователей напряжения обладают функцией автоматического перезапуска. [6]

Желание производителя упростить для пользователя управление прибором привело к оснащению их дополнительными элементами, такими как встроенный LCD-дисплей, розетки на корпусе, зарядное устройство. [6]

Критерии правильного выбора

Обычно приобретая инвертор напряжения, в первую очередь обращают внимание на его технические характеристики и функциональность.

Самыми важными параметрами являются:

1. Номинальная мощность – должна соответствовать суммарному значению подключаемых нагрузок;
2. Пиковая – способность выдавать максимальные кратковременные нагрузки;
3. Форма сигнала на выходе – лучший вариант с максимально приближенной к синусоиде;
4. Сила тока зарядного устройства – от нее зависит как быстро будет заряжаться аккумулятор;
5. Спящий режим – пониженное потребление энергии при минимальных нагрузках. [6]

1.3.4 Виды контроллеров заряда, технические характеристики

Контроллер заряда – очень важный элемент солнечной станции. Он представляет собой электронное устройство, которое контролирует и регулирует уровень заряда на аккумуляторной батарее. Именно контроллеры для солнечных батарей предохраняют АКБ как от полной разрядки, так и от чрезмерной зарядки. Если заряд АКБ максимален, то контроллер понижает уровень тока от фотомодулей до величины, которая лишь компенсирует саморазряд. [7]

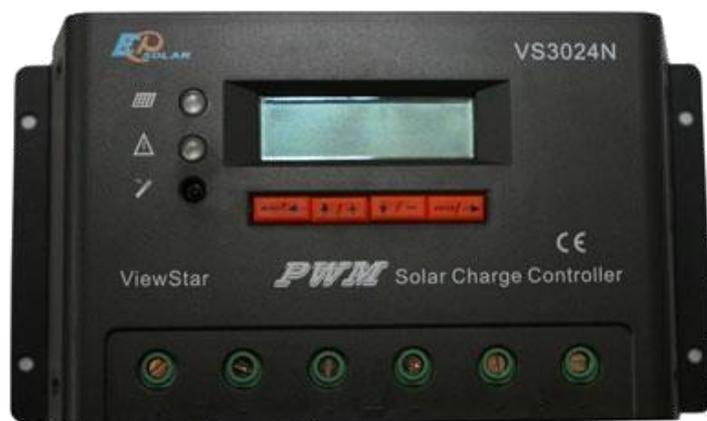


Рисунок 12 – Внешний вид контроллера заряда

Таким образом, контроллеры выполняют в солнечной установке целый ряд важнейших функций:

- обеспечение многостадийного заряда АКБ;
- автоотключение АКБ при полном заряде;
- автоотключение нагрузок при минимальном заряде;
- переподключение нагрузок при восстановлении заряда;
- автоподключение фотомодулей для заряда АКБ.
- Благодаря этим действиям сохраняется ресурс аккумуляторов и предотвращается их преждевременный выход из строя. [7]

1.3.4.1 Виды контроллеров заряда

Сегодня для регулирования работы солнечной станции используется несколько типов контроллеров заряда. [7]

On/Off

Это самый примитивный и дешевый вид контроллеров. При достижении предельного напряжения он просто-напросто отключает солнечные батареи от аккумуляторов, и заряд прекращается. На деле же АКБ еще не успевает зарядиться полностью (как правило, в это момент уровень заряда составляет 90%), для этого необходимо поддержание максимального напряжения в течение некоторого времени. Такие регулярные недозаряды негативно влияют на аккумуляторы, сильно сокращая их рабочий ресурс. Поэтому контроллер

данного типа применять крайне не рекомендуется, хотя некоторых и привлекает его дешевизна. [7]

ШИМ (PWM)-контроллеры

Такой контроллер для солнечных батарей работает по технологии широтно-импульсной модуляции. Он прекращает заряд АКБ, не закорачивая солнечные модули и позволяя набирать 100% уровня заряда. Это довольно экономичные и эффективные устройства, однако их лучше применять в регионах, где активность солнца высока. Кроме того, они чаще всего устанавливаются в системах с небольшой мощностью (до 2кВт), где требуется зарядка АКБ малой емкости. [7]

MPPT-контроллеры

Принцип работы этих устройств основан на управлении максимальными энергетическими пиками. Такой контроллер дороже других моделей, однако он гораздо более эффективен в эксплуатации и позволяет существенно сократить период окупаемости солнечной станции.

Данные регуляторы «вливают» в АКБ примерно на 25-30% больше энергии, чем другие приборы. Связано это с их рабочим алгоритмом. Он основан на отслеживании точки наибольшей мощности и преобразовании напряжения фотомодулей в более низкое, но имеющее большую силу тока. Мощность при таком преобразовании не меняется. Другими словами, чтобы для поддержания заряда АКБ гелиопанели должны подать напряжение более высокое, чем у аккумуляторов. КПД этих контроллеров составляет порядка 95%. [7]

1.3.4.2 Критерии выбора

Контроллер заряда солнечной батареи нужно выбирать очень тщательно. И в первую очередь надо исходить из двух параметров:

Напряжение на входе. Предельно возможное напряжение для контроллера (оно указывается в его техпаспорте) должно примерно на 20% превышать напряжение «холостого хода» солнечной панели (а чаще всего – общее напряжение для группы фотомодулей). Такой запас прочности необходим потому, что, во-первых, производители нередко завышают рабочие параметры своих изделий, а во-вторых, при повышенной активности солнца напряжение гелиопанелей выше заявленного в документации.

Номинальный ток. Для PWM-контроллера этот параметр должен быть минимум на 10% выше тока короткого замыкания солнечной панели. MPPT-контроллер же надо выбирать по мощности. Этот параметр должен быть не ниже величины произведения выходного тока регулятора и напряжения системы. Причем значение системного напряжения надо брать для разряженных аккумуляторов. К полученному значению необходимо добавить примерно 20% запаса мощности для периодов с высокой солнечной активностью. [7]

Не стоит пытаться сэкономить, и пренебрегать «запасом прочности», поскольку при высокой инсоляции это может привести к выходу из строя всей системы, однако и закладывать чрезмерный резерв также не надо.

Дополнительные особенности зарядных контроллеров

Современные контроллеры для солнечных батарей очень надежны и имеют несколько степеней защиты. В зависимости от модели в них реализуют:

- защиту от неправильной полярности подключения;
- защиту от коротких замыканий на входе;
- защиту от коротких замыканий в нагрузках;
- защиту от перегревов;
- защиту нагрузок от входных перенапряжений;
- защиту от разрядов молний;
- схемы предотвращения ночных разрядов АКБ;
- электронные предохранители.

Для облегчения использования и контролирования параметров системы контроллеры оснащают дисплеями. На дисплей выводится вся информация о состоянии АКБ и гелиостанции. Например, уровень заряда и напряжение аккумуляторов, ток фотомодулей, ток зарядки, ток в цепи нагрузок и отданные/накопленные ампер-часы. Также на экране высвечивается предупреждение о снижении заряда и скором отключении подачи питания на нагрузки. [7]

Кроме того, в некоторых контроллерах предусмотрены таймеры, которые позволяют активировать ночной режим. Существуют и модели, которые способны одновременно контролировать две независимые АКБ (как правило, в их названии есть приставка «Дуо»). Более совершенные регуляторы могут передавать излишки энергии (допустим, на ТЭН). [7]

Вывод: В данном разделе, рассмотрели оборудование необходимое для проектирования объекта электроснабжения. При решении задач электроснабжения объекта необходимо учитывать определенную специфику, а именно:

- система должна работать автономно и иметь запас емкости батареи, т.к. при аварийном отключении или остановки генерации, потребуется время для устранения дефектов;
- при необходимости, требуется установка бензинового генератора, для компенсации баланса электроэнергии;
- система требует максимальной перестраховки по генерации, а именно комбинирования различных источников энергии;
- следует учесть конструктивные особенности и крепление оборудования, установленного на автодоме. [7]

Глава 2. Технический расчет

2.1. Расчет электрических нагрузок

Основными потребителями электроэнергии в объекте электроснабжения являются, необходимые бытовые электрические приборы: чайник, фен, утюг и т.д. Для наружного освещения будут применены светодиодные светильники.

Таблица 4- Устанавливаемые электроприборы в жилом отсеке

Помещение	Устанавливаемые электробытовые приборы	Номинальная мощность, кВт
Жилой отсек	Эл. плита	1,5
	Холодильник	0,075
	Чайник	1,7
	Фен	0,9
	ПК	0,05
	Телевизор	0,04
	Утюг	1
	Кондиционер (лето)	0,95
	Обогреватель	1,2
	Освещение (светодиодные лампы)	0,1
Итого:		7,5

Таблица 5 – Расчет потребляемой нагрузки в зимний период

Устанавливаемые эл. приборы	Номинальная мощность, кВт	Часы использования, ч/сутки	Потребляемая энергия, кВтч за Суток
Эл. плита	1,5	1	1,5
Холодильник	0,075	8	0,6
Чайник	1,7	0,4	0,425
Фен	0,9	0,4	0,225
ПК	0,05	3	0,15
Телевизор	0,04	2	0,08
Утюг	1	0,4	0,25
Обогреватель	1,2	6	7,2
Освещение	0,1	6	0,6
Итого:			11,03

Таблица 6 - Расчет потребляемой нагрузки в весенний период

Устанавливаемые эл. приборы	Номинальная мощность, кВт	Часы использования, ч/сутки	Потребляемая энергия, кВтч за Сутки
Эл. плита	1,5	1	1,5
Холодильник	0,075	8	0,6
Чайник	1,7	0,4	0,425
Фен	0,9	0,4	0,225
ПК	0,05	3	0,15
Телевизор	0,04	2	0,08
Утюг	1	0,4	0,25
Обогреватель	1,2	4	4,8
Освещение	0,1	3	0,3
Итого:			8,33

Таблица 7 - Расчет потребляемой нагрузки в летний период

Устанавливаемые эл. приборы	Номинальная мощность, кВт	Часы использования, ч/сутки	Потребляемая энергия, кВтч за Сутки
Эл. плита	1,5	1	1,5
Холодильник	0,075	8	0,6
Чайник	1,7	0,4	0,425
Фен	0,9	0,4	0,225
ПК	0,05	3	0,15
Телевизор	0,04	2	0,08
Утюг	1	0,4	0,25
Кондиционер	1,2	2	2,4
Освещение	0,1	3	0,3
Итого:			5,93

Таблица 8- Расчет потребляемой нагрузки в осенний период

Устанавливаемые эл. приборы	Номинальная мощность, кВт	Часы использования, ч/сутки	Потребляемая энергия, кВтч за Сутки
Эл. плита	1,5	1	1,5
Холодильник	0,075	8	0,6
Чайник	1,7	0,4	0,425
Фен	0,9	0,4	0,225
ПК	0,05	3	0,15
Телевизор	0,04	2	0,08
Утюг	1	0,4	0,25
Обогреватель	1,2	4	4,8
Освещение	0,1	4	0,4
Итого:			8,43

Для составления баланса электроэнергии в автономной системе электроснабжения с солнечными панелями необходим месячный график электропотребления поселка. Расчетный график приведен ниже в таблице 7.

Электропотребление в зимние месяцы почти в два раза превышает летнее энергопотребление. Балансы электроэнергии включают энергию генерируемую фотоэлектростанцией и потребленную проектируемым объектом. Соотношения генерируемой и потребляемой электроэнергии существенно различаются по месяцам, следовательно, необходим месячный анализ энергетических балансов.

Таблица 9 - Потребляемая мощность за каждый месяц

Месяц	Потребляемая энергия, кВтч
Январь	341,93
Февраль	308,84
Март	258,23
Апрель	249,91
Май	258,23
Июнь	177,92
Июль	183,83
Август	177,92
Сентябрь	261,33
Октябрь	252,91
Ноябрь	261,33
Декабрь	341,93

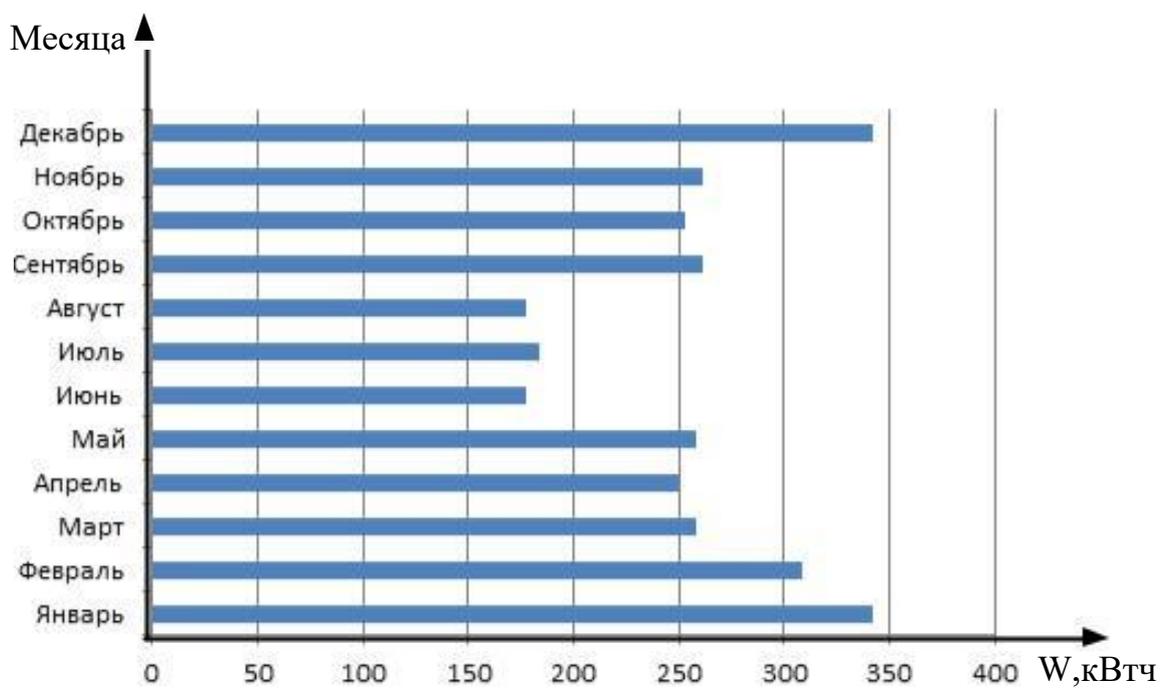


Рисунок 13 – Потребляемая энергия за каждый месяц

2.2. Оценка потенциала энергии ветра

Режим ветра в течение всего года складывается в зависимости от циркуляционных факторов и местных условий. На направление ветра в отдельных пунктах существенное влияние оказывают местные условия: неровности рельефа, направление долин рек, различные препятствия.

Используя метеоданные с сайта www.gismeteo.ru рассчитаем среднее значение силы ветра по месяцам за три года в промежутке с 2012 по 2017 год включительно. Данные расчёты сводим в таблицу 9. По данным таблицы строим график средней скорости ветров – рисунок 4.

Средняя скорость ветра определяется как среднеарифметическое значение, полученное в результате измерений скорости через равные промежутки времени в течение заданного периода: часы, сутки, месяцы, год, несколько лет:

$$V_{\text{cp}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

Таблица 10 – Среднее значения скорости ветра в районе Горно-Алтайска

Месяц	Скорость ветра, м/с					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Январь	2,09	1,83	1,84	3,02	2,01	1,68
Февраль	2,17	2,04	2,26	2,54	2,25	2,17
Март	3,35	2,38	3,29	3,45	3,03	2,46
Апрель	3,36	3,46	4,13	4,73	2,74	2,65
Май	4,03	3,52	4,61	5,62	2,86	2,34
Июнь	3,16	2,43	3,92	3,31	2,47	2,36
Июль	3,16	2,67	2,87	4,27	2,25	2,68
Август	2,45	2,64	3,48	2,45	2,04	2,27
Сентябрь	3,53	2,82	3,06	3,19	1,92	2,06
Октябрь	2,16	2,93	3,25	2,86	1,64	2,15
Ноябрь	3,64	2,32	3,39	2,73	1,96	1,85
Декабрь	3,51	3,15	2,85	2,79	1,67	1,94

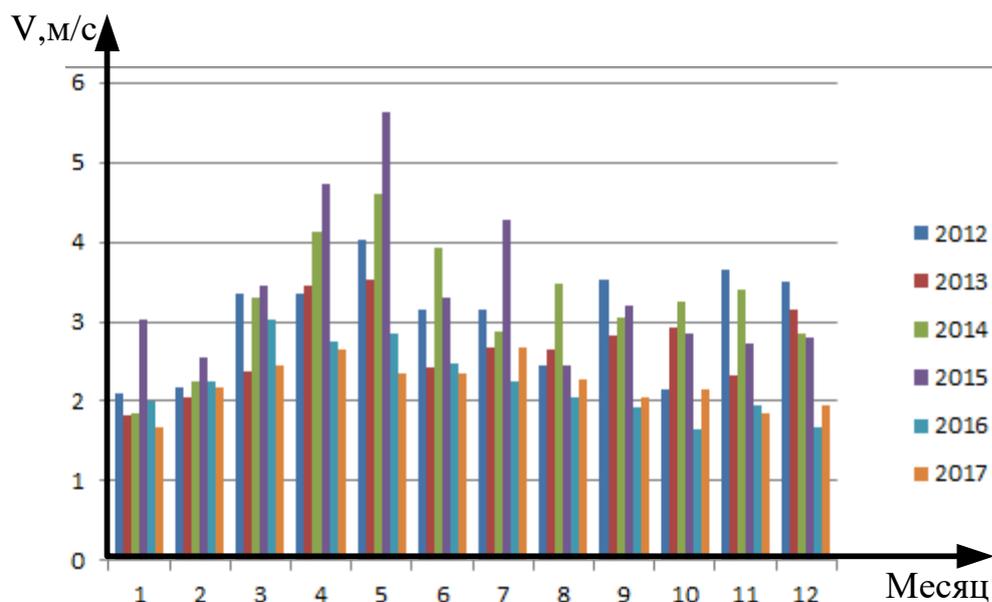


Рисунок 14 – Средняя скорость ветра за 2012-2017 года (район Горно-Алтайска)

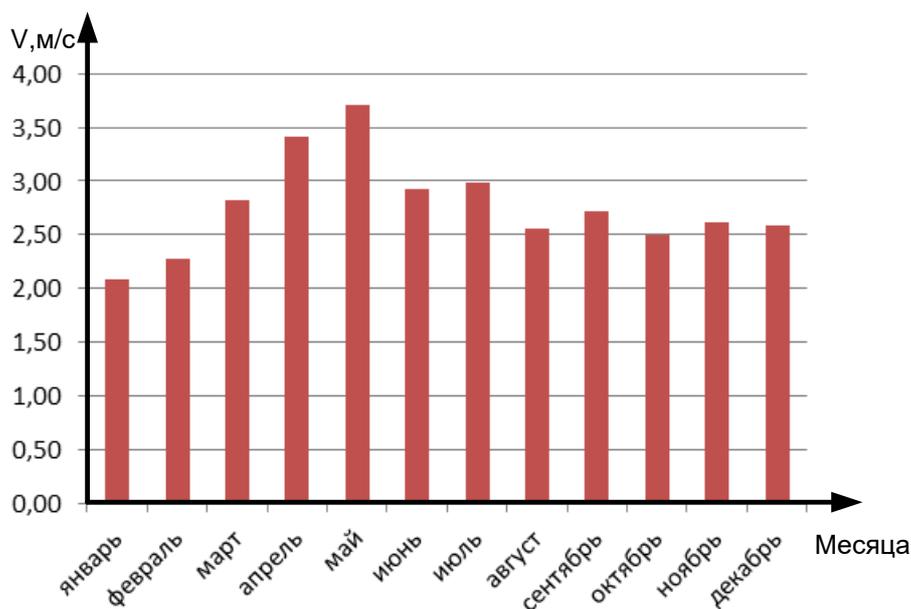


Рисунок 15 – Среднее значение силы ветра за год, для каждого месяца

2.3. Оценка потенциала использования энергии солнца

Электроснабжение в автотуризме – это задача, с которой великолепно справляются солнечные модули. Благодаря тому, что перемещается такая автономная система с помощью автомобиля, для нее нет жёстких ограничений по весу. Однако батареи для оснащения домов на колесах имеют определенные конструктивные особенности. Солнечные панели устанавливаются на крыше

автодома – это эффективный способ подзарядки аккумуляторов, от которых осуществляется электроснабжение жилого отсека автодома.

Второй важный момент возникает в организации правильной ориентации батарей по отношению к солнцу. В режиме движения эту задачу решить проблематично. По этой причине производительность батареи может значительно упасть. Для ориентации батареи в режиме стоянки нередко используют специальные поворотные устройства.

В таблице приведены усредненные данные о восходе и заходе солнца, на основе которых вычислена продолжительность светового дня.

Таблица 11 – Продолжительность светового дня

Сезон	Восход	Закат	Длительность
Зима	8:10:00	16:47:00	08:36:00
Весна	06:14:00	18:33:00	12:19:00
Лето	03:57:00	20:41:00	16:43:00
Осень	06:04:00	18:16:00	12:12:00

Расчёт инсоляции в среде Mathcad. В качестве примера произведем расчет для зимы задав координаты Горно-Алтайска $51^{\circ}58'$ с. ш. $85^{\circ}58'$ в. д. и выбрав день 23 февраля 2012года (54-й день в году). [8]

Исходные данные

Восход солнца в 8 ч 10 мин, заход – в 16ч 47мин; продолжительность светлого времени суток – 8ч 36мин; солнечную радиацию рассчитываем через каждый час с 8ч до 17ч

$S_0 = 1395 \text{ Вт} / \text{м}^2$ - солнечная постоянная;

$N = 54$ - порядковый номер дня в году(23 февраля 2012года);

$C = 0,43$ - для нормальной прозрачности атмосферы;

$\varphi = 0,288\pi \text{ рад}$ - для Горно-Алтайска;

$\gamma = 0$ - азимутальный угол плоскости (на юг);

$\alpha = 0,36$ - коэффициент, зависящий от среды и от широты (на суше, на широте г. Горно-Алтайск);

$b = 0,38$ - постоянный коэффициент;

$n = 0,7$ - количество облаков в долях единицы;

Суммарная солнечная радиация уходит в отрицательную область с 17-18 часов до 9-10 часов. Следовательно, принимаем расчетный промежуток времени облучения равным 9 часам. Этому промежутку времени соответствует изменение

часового угла от $\frac{\pi}{3}$... до $\frac{-5\pi}{12}$. [8]

Порядок расчета

1. Находим значение склонения солнца:

$$\delta = 0,41 \times \sin \left(2 \times \pi \times \frac{(284 + N)}{365} \right) = -0,184$$

2. Определяем высоту солнца и угол падения прямого солнечного излучения на площадку при различных углах наклона плоскости к горизонту:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s - \\ &\sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s \cdot \cos \omega + \\ &\cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin s \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin s \cdot \sin \gamma \cdot \sin \omega \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega$$

3. Находим плотность потока суммарной солнечной радиации, падающей на наклонную площадку в ясную погоду при различных углах наклона площадки к горизонту: [8]

$$Q_{\text{накл}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = S_{\text{накл}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + D_{\text{накл}}(\varphi, \omega, s, N)$$

$$S_{\text{накл}} = S_{\text{орт}} \cdot \cos \theta$$

$$S_{\text{орт}} = \frac{S_0 \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha + c}$$

$$D_{\text{накл}} = D_{\text{гор}} \left(0,55 + 0,434 \cdot \cos \theta + 0,313 (\cos \theta)^2 \right)$$

$$D_{\text{гор}} = \frac{1}{3} (S_0 - S_{\text{орт}}) \sin \alpha$$

4. Определяем поступление суммарной солнечной радиации на плоскость, наклоненную к горизонту под оптимальным углом в облачную погоду с прояснениями:

$$Q_{\text{обл}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = (S_{\text{накл}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + D_{\text{накл}}(\varphi, \omega, s, N)) \cdot (1 - (a + bn)n)$$

Для более точного определения оптимального угла наклона 23 февраля необходимо найти суммарное количество энергии, поступившей на плоскость площадью 1 м^2 в течение дня для $s = \frac{\pi}{12}; \frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{3}$, а именно:

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{накл}} \left(\omega, \frac{\pi}{12} \right) d\omega = 822,364 \text{ Дж} / \text{м}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{накл}} \left(\omega, \frac{\pi}{6} \right) d\omega = 1021 \text{ Дж} / \text{м}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{накл}} \left(\omega, \frac{\pi}{4} \right) d\omega = 1156 \text{ Дж} / \text{м}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{накл}} \left(\omega, \frac{\pi}{3} \right) d\omega = 1216 \text{ Дж} / \text{м}^2$$

Переводим радианы в час.

$$1216 \text{ Дж} / \text{м}^2 \cdot \text{рад} = 1216 \cdot 12/3,14 = 4647,13 \text{ Вт} / \text{м}^2 \cdot \text{ч}$$

Таблица 12 – Инсоляция в период с 2012 – 2017 года

Месяц	λ , кВт					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Январь	3,4432	3,8721	3,7623	3,3554	3,4356	3,5039
Февраль	4,6471	5,1986	4,8984	4,9847	4,5643	4,7363
Март	5,0484	4,8934	5,1543	5,0873	5,0495	5,2845
Апрель	5,663	5,4563	5,7934	5,5738	5,6783	5,3234
Май	5,7516	5,9746	5,6908	6,0982	5,6795	5,9822
Июнь	5,7248	6,0039	5,9872	5,9903	6,0193	5,6849
Июль	5,751	5,9456	5,9943	6,1304	5,7946	5,9044
Август	5,6178	5,8032	5,7849	5,6748	5,8399	5,8493
Сентябрь	4,8955	4,6039	4,7893	5,0937	4,6897	4,9847
Октябрь	3,4395	3,9049	3,7848	4,0288	3,4563	3,3682
Ноябрь	1,7942	2,3423	2,0493	1,9374	1,7484	2,1834
Декабрь	2,1961	2,5367	2,3948	2,2494	2,1965	2,4983

Среднедневные и среднемесячные суммы солнечной радиации для каждого месяца приведены в таблице ниже:

Таблица 13 - Среднедневные и среднемесячные суммы солнечной радиации

	Янв.	Фев.	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Авг.	Сент.	Окт.	Нояб.	Дек.
Ср.днев.	3,56	4,83	5,08	5,58	5,85	5,89	5,91	5,8	4,83	3,64	2,99	2,34
Ср.мес.	106,8	144,9	152,4	167,4	175,5	176,7	177,3	174	144,9	109,2	89,7	70,2

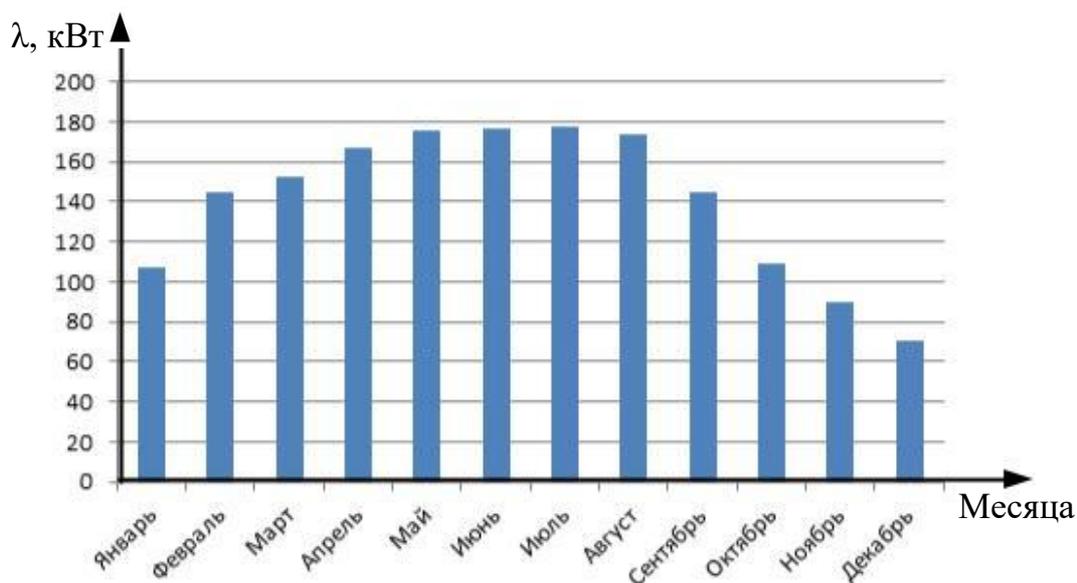


Рисунок 16 - Энергия солнца по месяцам

Вывод: Произвели необходимые расчеты, требуемые для анализа возобновляемых источников электроэнергии. В проектируемой системе электроснабжения, пришли к выводу, то что использование энергии ветра будет не актуальным для данного региона, по графику (Рисунок 15) видно, что среднее годовое значение силы ветра меньше 3,5 м/с следовательно данный регион обладает плохим ветроэнергетическим потенциалом. Предпочтение отдаем энергии солнца. Анализируя приведенные выше графики солнечной энергии, можно сделать следующие выводы:

1) Наиболее благоприятными месяцами, для использования солнечных модулей являются месяца с марта по сентябрь включительно, так как они характеризуются наивысшими значениями суммарной солнечной радиации.

2) Декабрь характеризуется минимальным количеством суммарной солнечной радиации и максимальным спросом на электроэнергию. Применение солнечных батарей в данном месяце необходимо осуществлять в составе гибридной электростанции с применением топливных источников электроэнергии.

3) В целом электроснабжение объекта с использованием солнечных энергетических ресурсов в течение круглого года будет эффективным, но лишь с применением топливных ресурсов, когда это потребуется.

Глава 3. Выбор оборудования гибридной электростанции. Разработка алгоритма работы системы электроснабжения

3.1. Выбор солнечных модулей

Для расчета генерируемой электроэнергии следует выбрать тип солнечных панелей. Из всего представленного многообразия продукции наиболее оптимальным соотношением цены и мощности, а также высоким качеством обладают модули российского производства **Exmork ФСМ-300М**.



Рисунок 17 – Солнечная панель Exmork ФСМ-300

Таблица 14 - Характеристики солнечных модулей

Мощность, Вт	300
Стоимость, руб.	19111
КПД, %	18
Габариты, мм	1956x992
Напряжение, В	48

Данные по солнечным клеткам

- Тип – Моно
- Производитель солнечных клеток: Sunny Energy Science and Technology
- КПД солнечных клеток в модуле ФСМ-300М - 17,4%
- Класс качества - А
- Количество клеток в модуле - 72 штуки

Материалы

- Рама - анодированный алюминий
- Стекло - специальное закалённое стекло для солнечных модулей
- Светопроницаемость стекла: 97%, выдерживает без повреждения металлический шарик 2.27 г., с высоты 1 метр
- Ветровая нагрузка: до 60 м/с (200 кг на квадратный метр)
- Фронтальный ламинат - Hi-sheet RC 02B (0.45 мм. толщина), Япония
- Подкладка - фольгированный материал, PTL3-38/75(0.17 мм. толщина), Kemptel, Германия;

Температурные режимы работы

- Оптимальная температура без потери мощности: до +47°C
- Рабочий диапазон: от -40°C до +85°C
- Степень герметизации: IP 65 (корпус, распределительная коробка)

Энергетические показатели

- Паспортная мощность солнечной батареи (W_p): 300 Вт
(положительный толеранс (0 ~ +3%))
- Номинальное напряжение солнечной батареи: 24 В
- Напряжение при пиковой мощности V_{mp} : 36 В
- Напряжение V_{oc} : 43.15В
- Напряжение максимальное в системе V_{dc} : 1000В
- Ток I_{mp} : 8.33А
- Ток I_{sc} : 9.14А

По указанным энергетическим характеристикам солнечной панели проведем расчет выработки электроэнергии в каждом месяце.

Модуль мощностью P_{mod} в течение выбранного периода выработает следующее количество энергии:

$$W_{mod} = \frac{k \cdot P_{mod} \cdot E}{1000}$$

, где E – значение инсоляции за выбранный период, кВтч/м2, k – коэффициент, учитывающий поправку на потерю мощности солнечных элементов при нагреве на солнце, а также наклонное падение лучей на поверхность модулей в течение дня. Величина k принимается равной 0,5 летом и 0,7 в зимний период. Разница в его значение зимой и летом обусловлена меньшим нагревом элементов в зимний период. [9]

Таблица 15 - Баланс мощностей

Месяц	Солнечная радиация (кВт·ч/м2)	Требуемое количество Э.Э. W _{треб} (кВт·ч)	Э.Э Солнечного модуля- W _{мод} (кВт·ч)	Э.Э(10) солнечных модулей- W _{мод} (кВт·ч)	Дефицит электроэнергии -W _д (кВт·ч)
Январь	106,8	341,93	22,42	224,2	-117,73
Февраль	144,9	308,84	30,42	304,2	-4,64
Март	152,4	258,23	32,12	321,2	62,97
Апрель	167,4	249,91	25,14	251,4	1,49
Май	175,5	258,23	26,25	262,5	4,27
Июнь	176,7	177,92	26,51	265,1	87,18
Июль	177,3	183,83	26,59	265,9	82,07
Август	174	177,92	26,11	261,1	83,18
Сентябрь	144,9	261,33	30,42	304,2	42,87
Октябрь	109,2	252,91	22,91	229,1	-23,81
Ноябрь	89,7	261,33	18,83	188,3	-73,03
Декабрь	70,2	341,93	14,74	147,4	-194,53
Итого:	1689	3074,31	302,46	3024,6	364,03/-413,74

Четыре солнечных модуля будут размещаться на крыше автодома (Рисунок 18), крепление представлено на рисунке 19, остальные восемь модулей будут размещаться по парно, на разборных, мобильных стойках для монтажа СМ (Рисунок 20).

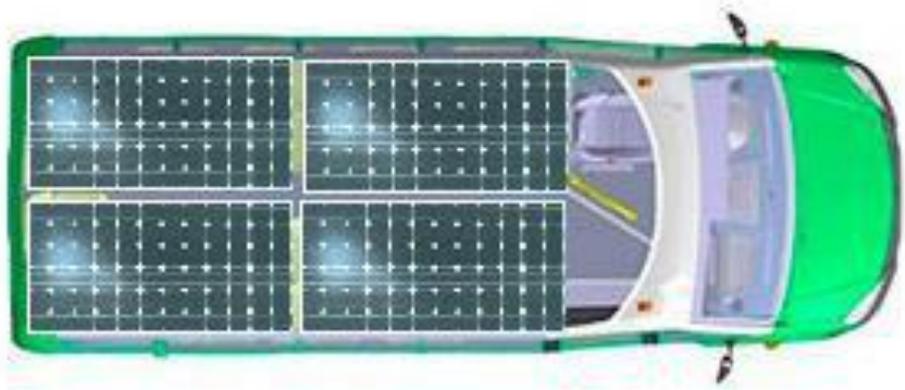


Рисунок 18 – Размещение СМ на крыше автодома



Рисунок 19 – Крепление СМ



Рисунок 20 – Мобильные стойки для монтажа СМ

3.2. Выбор инвертора

Инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное напряжение промышленной частоты для питания электропотребителя. Выбор инвертора будем производить по максимальной потребляемой мощности за сутки в зимний период с запасом 20%, т.к. инвертор не может работать в полную мощность:

$$P_{инв} = 1,2 \cdot P_{зим} = 1,2 \cdot 11,03 = 13,23 \text{ кВт}$$

Выбираем инвертор **МАП SIN Энергия PRO HYBRID 48 15 (48В, 15кВт)**, характеристики представлены ниже:

Таблица 16 – Характеристики инвертора

Наименование	15 кВт (Инвертор)
Мощность, кВт	15
КПД, %(не менее)	92...96
U, В	48
U _{вых} , В	220
Частота, Гц	50
Пиковая мощность, кВт	18
Максимальная мощность, кВт	15
Номинальная мощность, кВт	12
Собственное потребление на хх, Вт	14,4-24
Рекомендуемая суммарная мощность АКБ, Ач	900
Min суммарная емкость АКБ, А·ч	300
Max суммарная емкость АКБ, А·ч	1500
Рабочий температурный диапазон, С	-25...50
Габариты(В-Г-Ш), см	21-41-56
Масса без упаковки, кг	36

МАП HYBRID умеет синхронизироваться и подкачивать в сеть дома, энергию от АКБ (и в свою очередь от солнечных батарей или ветрогенератора или от дизель/бензо/газогенератора/микро-гидро-станции). Наиболее частое использование - упрочнение сети при недостатке выделенной мощности в пиковые часы, подкачка в сеть энергии от солнечных панелей/ветряков, можно и не задействуя АКБ или задействуя их на небольшой процент ёмкости (без сокращения их срока службы).

Функции аппарата:

- Отображение напряжений, токов, режимов работы и др. на ЖК экране.
- Регулируемая двухступенчатая система заряда аккумуляторов
- Наличие байпаса (автоматическая трансляция 220 В).
- Корректная работа с мини-электростанцией перехват нагрузки в случае превышения мощности; автоматическое временное уменьшение зарядного тока, в случае общего потребления в рамках максимальной мощности миниэлектростанции; выравнивание зарядного тока.
- Точная подстройка значения выходного напряжения, с возможностью установки его величины по желанию пользователя (в режиме генерации напряжения от МАП).
- Возможность, по желанию пользователя, менять пороги напряжений начала/конца заряда.

3.3. Выбор контроллера заряда

При выборе MPPT-контроллера должны учитываться условия: Произведение выходного тока контроллера и напряжения системы в разряженном состоянии аккумуляторов должно быть больше либо равно суммарной мощности солнечных батарей с 20% запасом. Т.е. контроллер выбирается по мощности. Только из-за того, что мы принимаем во внимание разряженное состояние, то напряжение системы будет иметь меньшее значение. Поэтому максимальная мощность, указанная в параметрах контроллера не принимается во внимание.

Допустим, для наших выбранных ранее 12 панелей по 300 Вт напряжением 48В понадобится MPPT-контроллер, выходной ток которого равен:

$$I = \frac{N_{cn} \cdot P_{cn}}{U} = \frac{12 \cdot 300 \cdot 1,2}{48} = 90 A$$

Для того чтобы контроллер не работал в перегруз, выбираем контроллер заряда с запасом выходного тока в 20-30%, нам подходит **Outback FlexMax-120** [9]

Таблица 17- Параметры Outback FlexMax-100

Максимальный ток, А	120
Максимальное напряжение, В	150
КПД	0,92...0,96
Габариты(В-Г-Ш), см	41,3-14-10
Масса, кг	5,56

Основные характеристики:

Максимальный (устанавливаемый) ток заряда: 120 А

Номинальные напряжения: 12, 24, 36, 48, 60 В

3.4. Выбор аккумуляторных батарей, бензогенератора

Для систем автономного электроснабжения нельзя использовать автомобильные аккумуляторы или аккумуляторы, не имеющие глубокого цикла.

В автономных системах используются специальные аккумуляторные батареи со сроком службы до 10 лет и более. Для выбора правильной емкости аккумуляторной батареи, найдем подходящее для системы электроснабжения время работы инвертора:

$$T = \frac{E \cdot U \cdot \eta \cdot 0,7}{P}$$

где, E - емкость АКБ, U – напряжение инвертора, η – КПД инвертора, P- нагрузка, 0,7- глубина разряда АКБ

Таблица 18– Время работы инвертора

E, А*ч	U, В	P, кВт	T, ч
100	48	11,03	0,4
500			2,0
1000			4,0
1500			6,0
2000			8,0

Выбираем гелиевые аккумуляторные батареи 12В, 300Ач,GEL300.

Схема подключения батарей к инвертору:

1. Чтобы получить вольтаж батареи, равный номиналу инвертора, отдельные 12В аккумуляторы соединяются последовательно — в одну цепочку.
2. Для увеличения емкости батареи последовательные цепочки аккумуляторов соединяются параллельно.
3. Кабели от инвертора рекомендуется подключать к «диагональным» клеммам собранной по параллельно-последовательной схеме батареи.

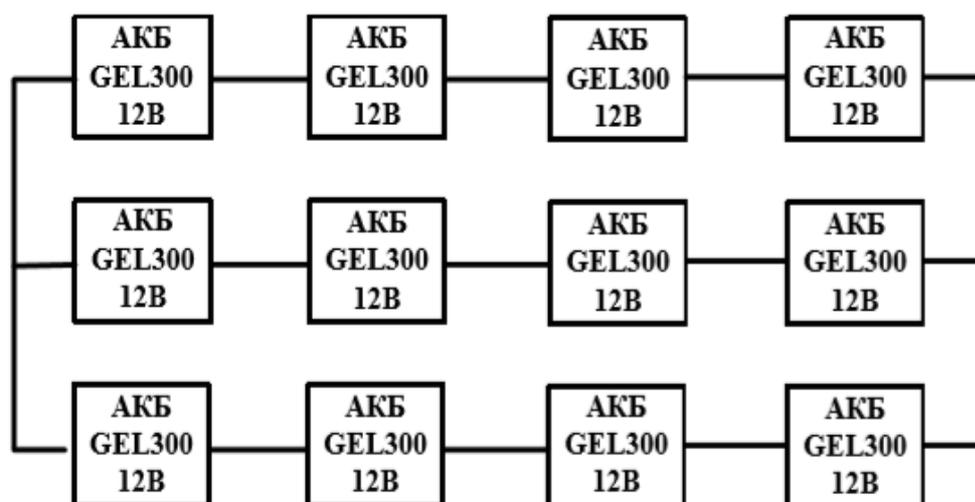


Рисунок 21 - Схема подключения АКБ

Нехватку электроэнергии, от фотоэлектростанции из 12 солнечных панелей, необходимо получить от бензогенератора с автозапуском, 11 кВт, **Europower EP 4100 E Auto**. Бензиновый генератор используется в качестве резервного источника питания при дефиците электроэнергии в электросети, так же его мощность должна обеспечить бесперебойную работу, при отказе системы. Автоматика позволяет запускать генератор при пропадании входного электричества и глушить при его появлении, без участия человека. Таким образом, генератор с автозапуском является полностью автономным.

Таблица 19 – Технические характеристики бензогенератора

Максимальная мощность, кВт	11
Напряжение, В	220
Стартер	Электростартер/ ручной стартер
Вес, кг	72
Объем бака, л	5,3
Вид топлива	Бензин(АИ-92)
Расход топлива, л/ч	2
Габариты, мм	770-560-510

3.5 Алгоритм работы системы электроснабжения объекта

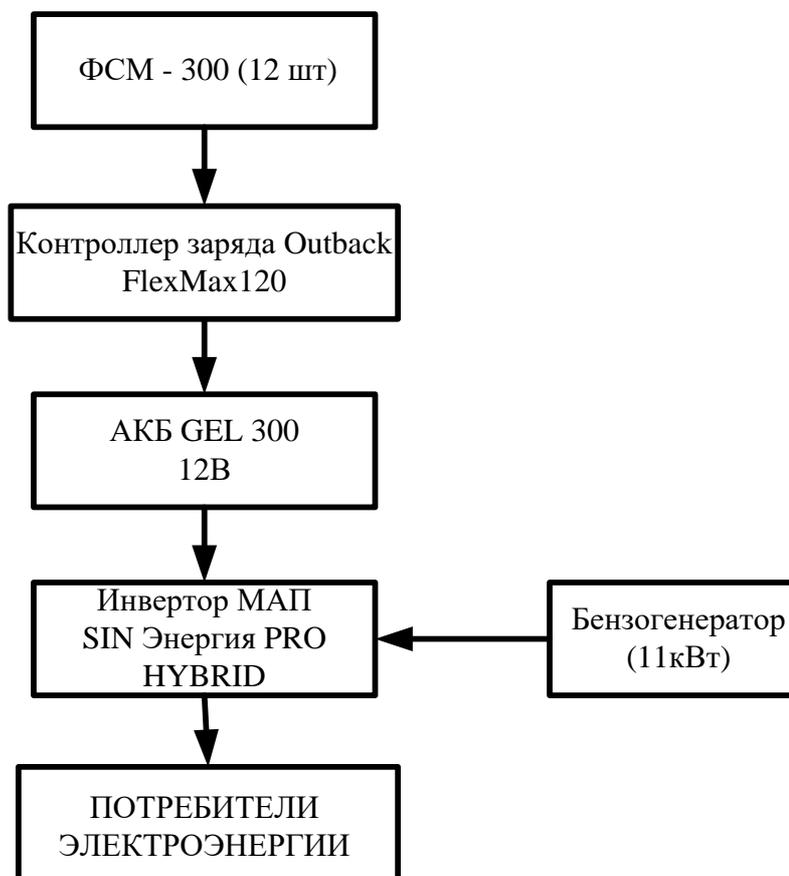


Рисунок 22 – Функциональная схема фотоэлектростанции

Солнечные модули через контроллер заряда заряжают аккумуляторную батарею. Инвертор преобразует постоянное напряжение в переменное напряжение промышленной частоты для питания электропотребителей. При достаточном уровне инсоляции, аккумуляторная батарея не разряжается ниже определенного уровня, например 0,7 от номинала.

При недостатке солнечной энергии и, соответственно, более глубоком разряде накопителей электроэнергии, инвертор отключает аккумуляторы и выдает сигнал на запуск бензинового генератора для питания нагрузки. Аккумуляторная батарея заряжается от солнечных панелей и, при достижении полного заряда, инвертор выполняет обратное действие, т.е. выключает бензогенератор и переводит питание электрических нагрузок от батарей аккумуляторов. [9]

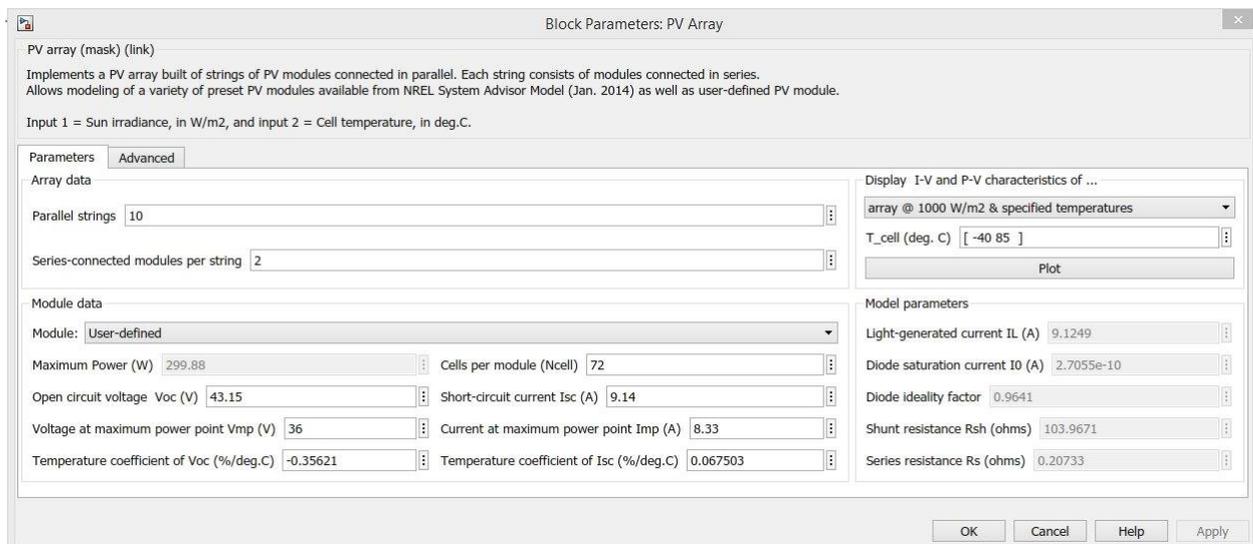


Рисунок 23 – Параметры солнечного модуля

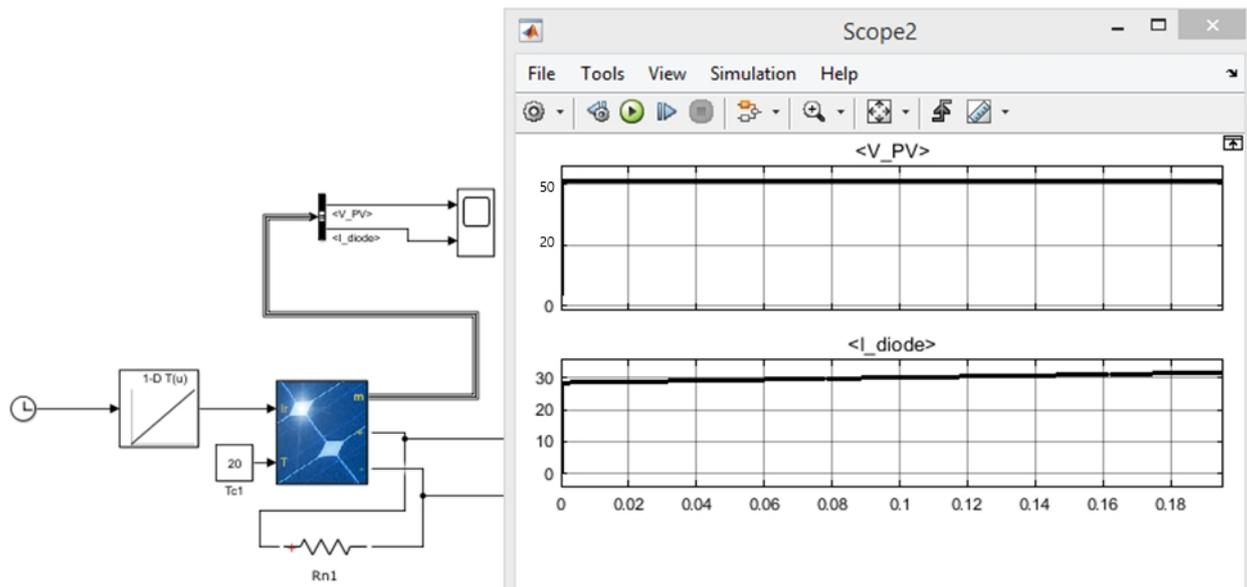


Рисунок 24 – Выходные параметры солнечного модуля

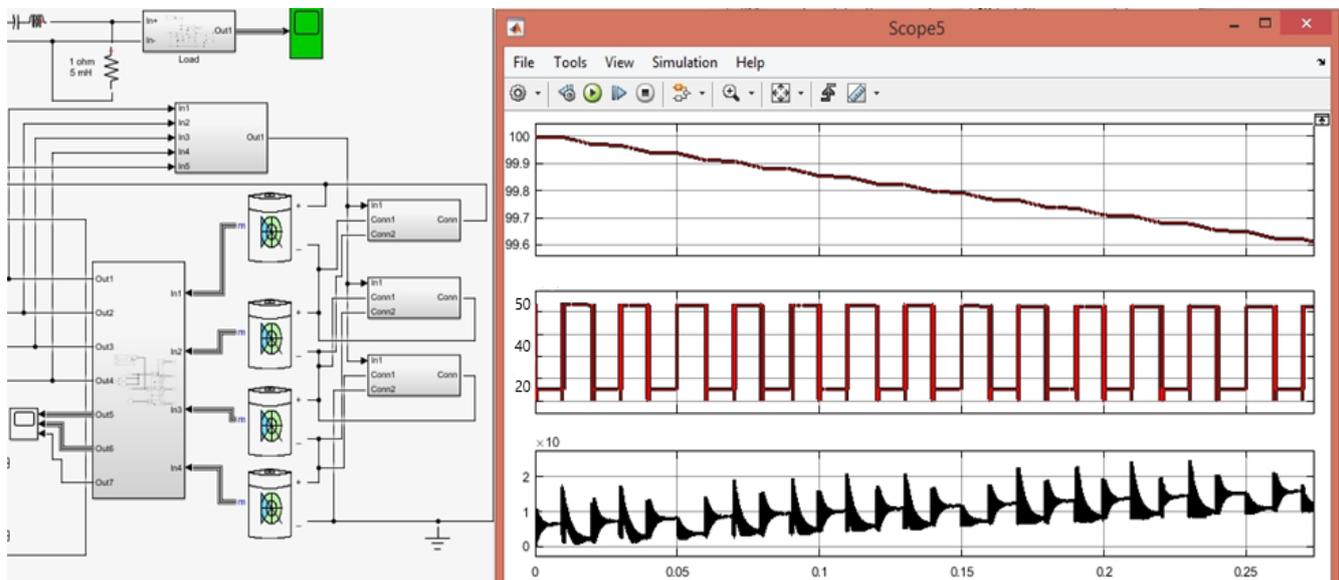


Рисунок 25 – Характеристики на выходе АКБ

Судя по характеристикам на выходе АКБ, схема работает исправно, об этом говорит выходное напряжение и ток, требуемые для работы системы. Для более глубокого анализа работоспособности системы построим такие характеристики, как наброс-сброс нагрузки и освещения, по полученным графикам сделаем вывод о работоспособности разрабатываемой системы автономной снабжения.

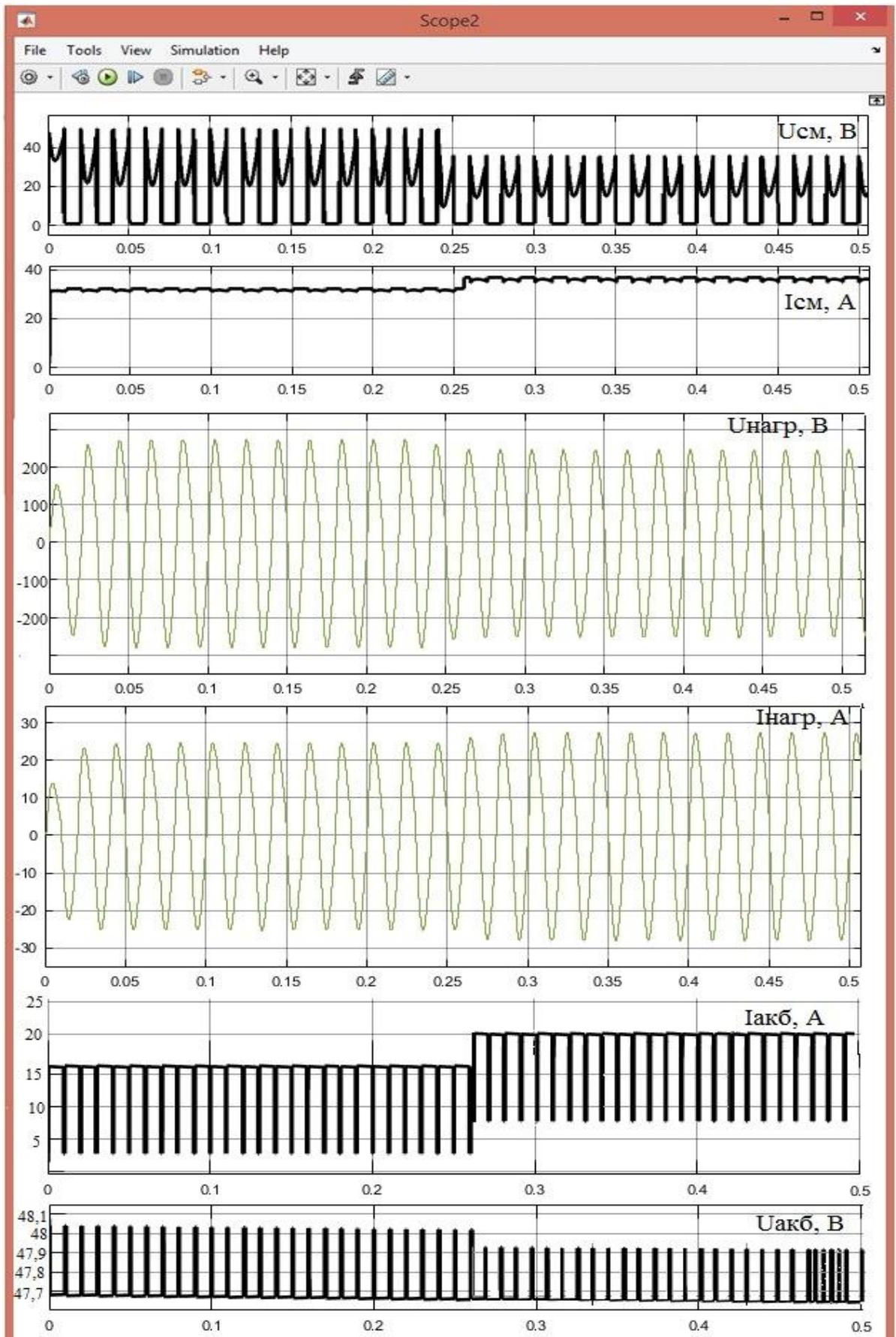


Рисунок 26– График наброс – сброс нагрузки

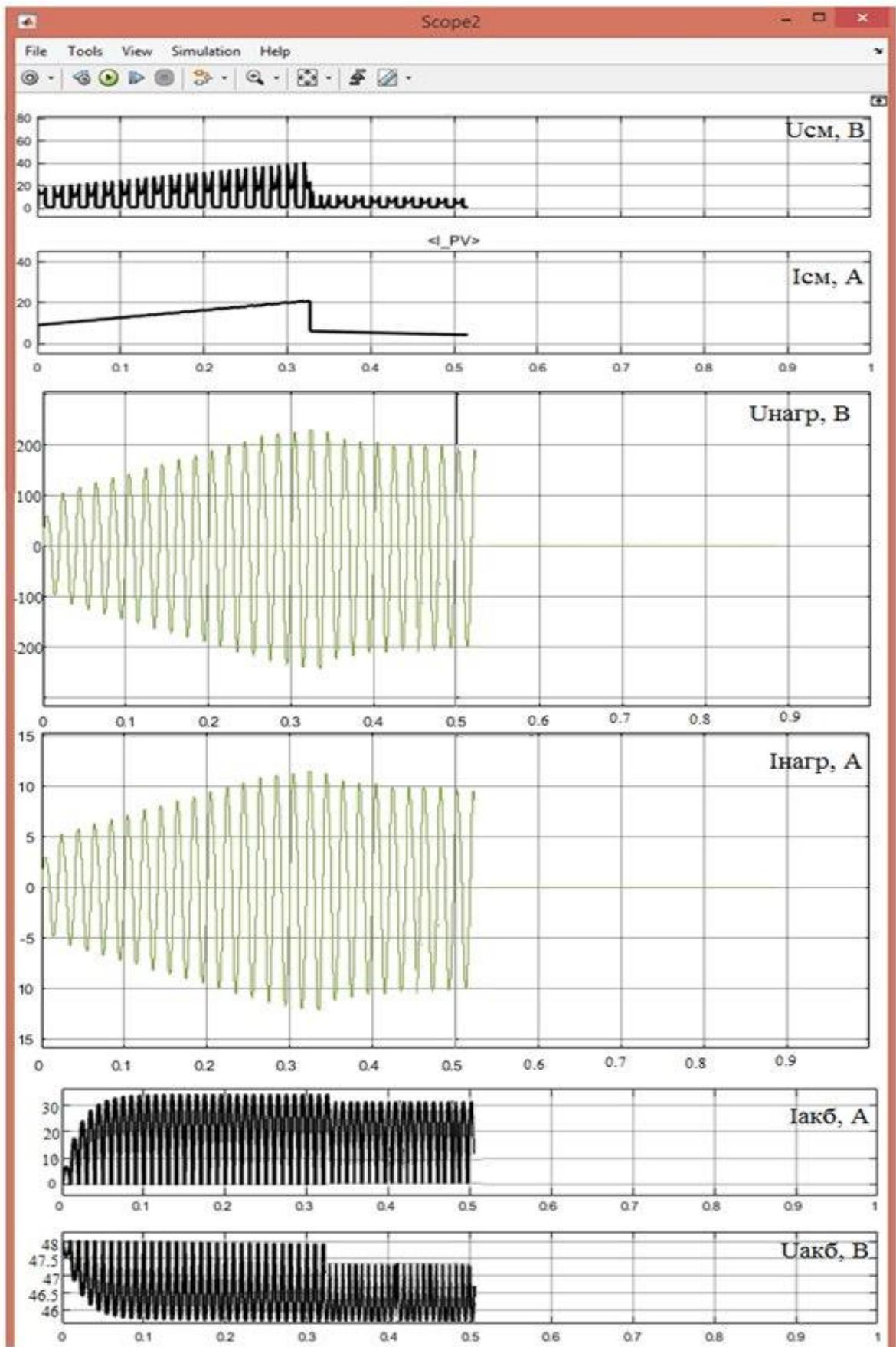


Рисунок 27– График наброс – сброс освещения

Вывод: В ходе моделирования солнечного модуля была проверена его работа при различных параметрах нагрузки и солнечного излучения. Выявлено соответствие характеристик солнечного модуля, предоставленных производителем и характеристик солнечного модуля при моделировании в среде Matlab/Simulink. Расхождение результатов моделирования с паспортными характеристиками не превышает допустимых значений. При подключении инвертора к солнечному модулю на выходе было получено требуемое напряжение для работы электрооборудования. Тем самым подтверждается адекватность предлагаемой имитационной модели.

5 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В процессе любой трудовой деятельности, каждый человек, вовлечённый в эту деятельность, подвергается воздействию целого комплекса производственных факторов. В свою очередь, эти факторы способны влиять на здоровье человека. Совокупность всех факторов, влияющих на здоровье человека, называется условиями труда.

Реальные условия труда характеризуются различными вредными и опасными факторами. Зачастую, между опасными и вредными факторами не существует чёткой границы, каждый фактор может рано или поздно привести к потере здоровья или к несчастному случаю.

Для недопущения несчастных случаев и вреда здоровью, рабочее место должно быть спроектировано с соблюдением всех законодательных норм и правил, ГОСТов, СНиПов и Федеральных законов.

Темой научно-технического исследования является разработка автономной гибридной системы малой мощности, электроснабжение дома на колесах на базе отечественного автомобиля ГАЗ Некст, спроектированного по аналогу зарубежного дома на колесах, предназначенного для автотуризма.

Данный раздел включает в себя описание опасных и вредных факторов, которые испытывает инженер-энергетик при разработке проекта, а так же при применении его на практике.

Задачами данного раздела являются:

- 1) Анализ рабочего помещения на наличие опасных и вредных факторов;
- 2) Анализ законодательных и нормативных документов, затрагивающих данную тему;
- 3) Анализ влияния вредных и опасных факторов на инженера, проанализировать меры по снижению влияния опасных и вредных факторов

5.1 Производственная безопасность

5.1.1 Анализ опасных и вредных производственных факторов

Основное рабочее место инженера располагается в производственном помещении. Основная работа производится с использованием персонального компьютера (ПК).

При выполнении работ на персональном компьютере (ПК) возможны опасные и вредные производственные факторы. Классификация” могут иметь место следующие факторы.

Вредные:

- повышенная температура поверхностей ПК;
- повышенная или пониженная температура воздуха рабочей зоны;
- повышенная или пониженная влажность воздуха;
- повышенный или пониженный уровень отрицательных и положительных аэроионов;
- повышенный уровень статического электричества;
- повышенный уровень электромагнитных излучений;
- отсутствие или недостаток естественного света;
- недостаточная искусственная освещенность рабочей зоны;
- повышенная яркость света;
- повышенная контрастность;
- прямая и отраженная блёскость;
- зрительное напряжение;
- монотонность трудового процесса;
- нервно-эмоциональные перегрузки.

Опасные:

- поражения электрическим током
- повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание.

Физически вредные и опасные факторы

К физическим вредным и опасным факторам относятся: повышенные уровни электромагнитного, рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучения; повышенный уровень статического электричества и запыленности воздуха рабочей зоны; повышенное содержание положительных аэронов и пониженное содержание отрицательных аэронов в воздухе рабочей зоны; повышенный уровень блескости и ослепленности; неравномерность распределения яркости в поле зрения; повышенная яркость светового изображения; повышенное значение напряжения в электрической цепи, замыкание которой может произойти через тело человека.

Химически вредные и опасные факторы

Химические вредные и опасные факторы следующие: повышенное содержание в воздухе рабочей зоны двуокиси углерода, озона, аммиака, фенола и формальдегида.

Психофизические вредные и опасные факторы

Психофизиологические вредные и опасные факторы: напряжение зрения и внимания; интеллектуальные, эмоциональные и длительные статические нагрузки; монотонность труда; большой объем информации, обрабатываемый в единицу времени; нерациональная организация рабочего места.

Условия труда определяются:

- Расположением основных элементов рабочего места, которые должны иметь эргономичное расположение и соответствовать анатомо-физиологическим данным работающего человека, а так же особенностями средств ввода-вывода информации
- Условием окружающей среды, микроклиматом: освещение, шум, вибрации, вентиляция, температурный режим;

- Характеристиками информационного взаимодействия человека и ПК.

5.1.2 Микроклимат

Микроклиматические параметры, такие как температуры, относительная влажность и скорости движения воздуха в помещении, напрямую влияют на работающего человека. Для обеспечения оптимальных условий труда санитарные нормы СанПиН 2.2.4.548-96 определяют на одного работающего человека объём производственного помещения не менее 20 м³ площади помещения, огороженного стенами не менее 6 м².

С целью создания нормативных условий для персонала установлены нормы производственного микроклимата ГОСТ 12.1.005-88 «Воздух рабочей зоны. Общие санитарно-гигиенические требования», а также СанПиН 2.2.4.584-96 «Гигиенические требования к микроклимату производственных помещений». В таблице 32 приведены оптимальные нормы параметров микроклимата, в таблице 33 допустимые нормы. Категория работ данной разработки относится к легкой.

Таблица 32 – Оптимальные нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Время года	Категория работы	Температура, °С	Относительная влажность, %	Средняя скорость движения воздуха, не более 2 м/с
Холодный	Лёгкая, 1-а	22 - 24	40 – 60	0.2
Тёплый	Лёгкая, 1-а	23 - 25	40 - 60	0.2

Разрабатывать данный проект инженер энергетик будет в течение года, ему придется работать как в холодный период времени, так и в теплый, категория работ легкая.

Таблица 33 - Допустимые нормы параметров микроклимата в рабочей зоне производственных помещений

Период года	Категория работы	Температура, °С				Относительная влажность, %, не более	Скорость движения воздуха, м/с, не более
		Верхняя		Нижняя			
		На рабочих местах					
		Постоянных	Непостоянных	Постоянных	Непостоянных		
Холодный	Лёгкая, 1-а	25	26	20	18	75	0,1
Теплый	Лёгкая, 1-а	28	30	22	20	55 при 28 °С	0.1-0.2

Требуемое состояние микроклимата рабочей зоны может быть обеспечено при использовании таких технических средств, как:

- Теплоизоляция источников тепловых излучений, с целью предотвращения нагревания воздуха в помещении и тепловой защиты персонала;
- Устройств вентиляции и отопления [СНиП 41-01-2003 «Отопление, вентиляция и кондиционирование»].

Задача вентиляции – поддержание и обеспечение чистоты воздуха в производственном помещении. Вентилирование помещения достигается с помощью нагнетания свежего и отводом загрязненного или нагретого воздуха.

Целью отопления помещения является поддержание в них в холодное время года заданной температуры воздуха, а также обеспечить безопасность в отношении пожаров и взрывов.

5.1.3 Электромагнитное и ионизирующее излучение

Электромагнитное и ионизирующее излучение представляют серьёзную угрозу здоровью человека, в случае превышения предельно допустимых норм. Нормирование постоянных магнитных полей производится по СНиП 1748-72. Напряженность рабочего места при работе магнитных устройств не должна превышать 8 кА/м. Согласно ГОСТ 12.1.002-75 «Электрические поля промышленной частоты» облучение электрическим полем регламентируется как по величине напряженности, так и по продолжительности действия, таблица 34.

Таблица 34 – Допустимые уровни напряжённости электрического поля и продолжительности пребывания работающих без средств защиты

Напряженность электрического поля, кВ/м	Допустимая продолжительность пребывания человека в течение суток в электрическом поле, мин.
Менее 5	Без ограничений
5-10	Не более 180
10-15	Не более 90
15-20	Не более 10
20-25	Не более 5

Ослабление мощности электромагнитного поля на рабочем месте, в частности в производственном помещении, достигается путём увеличения расстояния между источником излучения и рабочим местом, установкой отражающих или поглощающих экранов между источником и рабочим местом, размещение токоведущих элементов аппаратов и устройств в ферромагнитные оболочки кожухи. Самым эффективным методом является установка экранирующих экранов. Экраны могут экранировать как сам источник, так и рабочее место. Также применяют заземляющие экраны.

5.1.4 Освещение

Низкая освещённость рабочего места препятствует длительной работе, вызывая утомление и способствуя развитию близорукости у работающего

персонала. Слишком низкие уровни освещенности способны вызывать апатию и сонливость, в совокупности с другими факторами способны развить чувство тревоги. Длительное пребывание в таких условиях вызывает снижение интенсивности обмена веществ в организме и его общее ослабление. Подобные симптомы наблюдаются и при работе в помещениях с ограниченным спектральным составом света. Слишком яркий свет ослепляет, понижает зрительную функцию, вызывает перевозбуждение нервной системы, снижает работоспособность. Воздействие чрезмерной яркости может вызывать фотоожоги глаз и кожи, кератиты, катаракты и другие нарушения.

Нормирование естественного освещения осуществляется согласно СНиП 23-05-95.

Произведём расчёт освещения рабочего помещения инженера.

Размеры помещения: 13x5x2. Характер помещения: малое количество пыли, помещение без повышенной опасности.

Для производственного помещения будет применяться система комбинированного освещения. Светильники СДС 22-04-Д1-100-2000-УХЛ (155x195, мощность – 20 Вт, КПД=83 %).

Высота помещения составляет 2 метров, что позволяет использовать выбранный светильник.

Расчёт размеров:

$H=5$ м; $LA=13$ м; $LB=5$ м; $h_p=0,8$ м;

Расстояние между светильниками и перекрытием: $h_c=0,5$ м.

Высота светильника над полом: $h_n=H - h_c=5 - 0,5=4,5$ м.

Высота светильника над рабочей поверхностью:

$h = h_n - h_p=4,5 - 0,8=3,7$ м.

$\lambda=2$, найдём расстояние между соседними светильниками

$L=h*\lambda=3,7*2\approx 7$ м

Оптимальное расстояние от крайнего ряда светильников до стены $l=L/3=7/3\approx 2$ м [27].

Светильники разместим в 2 ряда. В ряду установим 6 светильников, расстояние между ними будет составлять 0.7 м.

Расчёт общего равномерного освещения. Световой поток в каждом ряду:

$$\Phi = E_n \cdot S \cdot K_z \cdot \frac{Z}{n} \cdot \eta = 500 \cdot 65 \cdot 1.1 \cdot \frac{1}{12} \cdot 1 = 2979 \text{ Лм,}$$

где, $E_n=500$ – минимальный уровень освещённости по СНиП 23-05-95, лк;

$S = 65 \text{ м}^2$ – площадь освещаемого помещения, м^2 ;

$K_z = 1.1$ – коэффициент запаса, учитывающий загрязнение светильника

$Z = 1$ – коэффициент неравномерности освещения, для светодиодных ламп при расчётах берётся равным 1;

n – число светильников;

η – коэффициент использования светового потока.

Индекс помещения:

$$i = \frac{S}{h} (A + B) = \frac{65}{3,7} \cdot (13 + 5) = 3,16.$$

Мощность осветительной системы равна 240 Вт.

5.1.5 Шумы

Шум – это совокупность звуков различной интенсивности и частоты, возникающих при механических колебаниях газообразных, твердых и жидких сред. Оказывает сильное влияние на организм работающего человека, его нервную и сердечнососудистую системы. Длительное воздействие шума снижает остроту зрения и слуха, вызывает повышение кровяного давления, утомление центральной нервной системы. У людей работающих в шумном помещении, увеличивается количество ошибок в процессе работы, снижается производительность труда. Воздействие шума способно приводит к появлению профессиональных заболеваний и может явиться также причиной несчастного случая. Источником шума на предприятии являются машины, оборудование и различные виды ручного инструмента.

Значения предельно допустимых уровней шума нормируются ГОСТ 12.1.036-81 и СН 2.2.4/2.1.8.562-96, таблица 35.

Таблица 35 – Предельно допустимых уровни шума

Уровень звукового давления (дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими частотами, Гц								Уровни звука и эквивалентные уровни звука, дБА
63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	85
99	92	86	83	80	78	76	74	

Снижения шума достигают с помощью: уменьшения в источнике, изменение направленности излучения, планировки помещения, звукоизоляции, уменьшения шума на пути его распространения.

В случае невозможности уменьшить шум, применяют средства индивидуальной защиты: вкладыши (снижение шума 5-20 дБ), наушники (воздействии шумов высокого уровня, более 120дБ), шлемы (используют когда вкладыши и наушники не обеспечивают необходимой защиты).

Важным источником транспортного дискомфорта (для водителя и пассажиров) являются колебания и вибрации, возникающие в процессе движения автомобиля. Они рассматриваются в рамках группового свойства - плавности хода.

Главные санитарные нормы уровня шума на рабочих местах следующие – это 80 дБА. Максимальные уровни звука А, измеренные с временными коррекциями S и I, не должны превышать 110 дБА и 125 дБА соответственно. А пиковый уровень звука С не должен превышать 137 дБС.

5.1.6 Электрический ток и статическое электричество

Поражение электрическим током является опасным фактором, который может привести к смерти человека. Может быть вызвано неправильными действиями персонала при проведение работ, прикосновением к нетоковедущим частям, оказавшимися под напряжением в результате пробоя изоляции оборудования.

Вероятность поражения электрическим током можно снизить путем инструктирования персонала технике безопасности, правилам технической

эксплуатации используемого оборудования, оказания первой помощи пострадавшему. Обязательно должно быть выполнено защитное заземление и зануление.

Средства защиты от поражения электрическим током следующие:

- Коллективные: переносное заземление, устройства защиты оборудования;
- Индивидуальные: диэлектрические перчатки и боты, диэлектрический инструмент, штанги с указателями напряжения.

Все средства защиты должны находится в исправном состоянии. Должна проводится проверка средств защиты в установленные сроки.

Статический заряд накапливается на теле человека в следствии явления электризации. Он не опасен для человека, но может вывести из строя компоненты компьютерной техники.

При работе с компьютерной техникой, в целях защиты его от статического электричества, необходимо: правильно выполнить заземляющее устройство, держать влажность на требуемом уровне, использовать антистатические коврики под рабочим местом и использовать антистатический браслет.

Согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) раздел 1.1.13 бытовые, производственные и торговые помещения различаются на классы:

1. Особо опасные;
2. С повышенной опасностью.
3. Без повышенной опасности.

Помещения особо опасные - относительная влажность воздуха близка к 100%, температура более 30°C также помещения с едкими парами и газами, разрушающими изоляцию электропроводов и электрооборудования. В таких помещениях допускается пользоваться напряжением 12В, 36В.

Помещения с повышенной опасностью--сырые, влажные помещения с относительной влажностью более 70%, с токопроводящими полами (металлические, железобетонные, земляные) с температурой воздуха до 35°C,

тесные, темные, когда обслуживающий персонал может одновременно задеть металлические заземленные части оборудования с одной стороны и коснуться токоведущих частей оборудования с другой стороны. Допускается пользоваться напряжением не более 42В.

Помещения без повышенной опасности - это сухие отапливаемые помещения с температурой воздуха не выше 20°C, непыльные, с токонепроводящими полами, светлые, просторные. В таких помещениях исключена возможность одновременного касания металлических частей, соединенными с землей и металлических частей корпусов действующих электроустановок, находящихся под напряжением.

В нашем случае помещение без повышенной опасности, так как учтены все требования данной категории.

5.2 Экологическая безопасность

5.2.1 Анализ воздействий автодома на окружающую среду

Загрязнение атмосферы

При работе автомобильного двигателя в атмосферу выбрасываются газы, содержащие около 60 различных веществ, в том числе токсичные вещества: окись углерода, окислы азота, углеводороды и др., при применении этилированных бензинов — соединения свинца. С целью уменьшения загрязнения атмосферы совершенствуются существующие двигатели внутреннего сгорания, разрабатываются новые типы таких двигателей, исследуется возможность замены на автомобилях двигателей внутреннего сгорания другими видами энергетических установок.

Загрязнение водоемов

В поверхностные водоёмы со сточными водами автотранспортного комплекса и от ливневой канализации поступают, в основном, нефтепродукты и взвешенные вещества. В поверхностных стоках с проезжей части автомобильных дорог содержатся, кроме взвешенных частиц и нефтепродуктов,

тяжёлые металлы (свинец, кадмий и др.) и хлориды, которые в зимний период применяются для борьбы с гололёдом. В среднем годовой сброс хлоридов за пределы дорог со стоками и снегом составляет около 500 тыс. т. Кроме того, в окружающую среду поступает ежегодно около 35 тыс. т сажевых частиц в результате истирания автомобильных шин на дорогах.

Загрязнение почвы

Загрязнение поверхности земли транспортными и дорожными выбросами накапливается постепенно, в зависимости от числа проходов транспортных средств и сохраняется очень долго даже после ликвидации дороги. Для будущего поколения транспортное загрязнение почвы останется тяжелым наследством прошлого. Не исключено, что при ликвидации построенных нами дорог загрязненную не окислившимися металлами почву придется убирать с поверхности.

5.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

5.3.1 Пожарная безопасность

Согласно закону «О пожарной безопасности» от 21.12.94г. № 69-ФЗ пожарная безопасность – это состояние защищенности личности, имущества, общества и государства от пожаров, а пожар – неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства.

Пожарная охрана – система органов управления, сил и средств, предназначенных для предупреждения и тушения пожаров.

Нормами пожарной безопасности НПБ 105-03 «Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности» установлены следующие категории помещений: «А» (взрывопожароопасная), «Б» (взрывопожароопасная), «В1»-«В4» (пожароопасные), «Г» и «Д».

К категориям А и Б относятся помещения, в которых при воспламенении находящихся там веществ может развиваться избыточное давление 5 кПа. В помещениях категорий В1 - В4 возможно только горение горючих и трудногорючих веществ. Помещения категории Г характеризуются наличием горячих материалов. В помещениях категории Д обрабатываются вещества и материалы в холодном состоянии.

Рассматриваемое рабочее помещение относится к категории В1, в соответствии со СНиП 11-2-80.

Мероприятия противопожарной профилактики:

- Хранение ГСМ в обособленных помещениях, оборудованных негоряемыми шкафами и стеллажами;
- Оборудование системы вентиляции устройствами отключения при пожаре;
- Наличие пожарной сигнализации;

Во избежание распространения огня во время пожара с одной территории на другую, используются различные пожарные преграды, такие как: стены, двери, окна, перегородки.

В коридорах, на лестничных площадках и у входов, должны быть установлены пожарные краны. В помещении должны быть первичные средства пожаротушения.

При возгорании или возникновении пожара следует немедленно начать эвакуацию людей, отключить подачу воздуха по системе вентиляции, обесточить помещение.

В соответствии с нормами СНиП 2.01.02-85 для ликвидации пожаров на их начальной стадии, должны применяться первичные средства пожаротушения: пожарные краны; химические пенные огнетушители типа (ОХП-10), (ОХВП-10); углекислотные огнетушители (ручные ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8; передвижные-ОУ-25, ОУ-80); порошковые огнетушители типа ОП-5-01.

Для рабочего помещения целесообразно применение ручных углекислотных огнетушителей типа ОУ-2, ОУ-5, ОУ-8.

5.3.2 Безопасность при чрезвычайных антропогенных и природных ситуациях

Одной из первостепенных задач человечества является предупреждение и ликвидация последствий чрезвычайных ситуаций (ЧС).

Чрезвычайной ситуацией называется обстоятельство, возникающее в следствии техногенной катастрофы, природного или искусственного, военного, социального и политического характера действия природного или стихийного бедствия, приводящее к резкому ухудшению уровня жизни людей, экономики, социальной сферы и природной среды. ЧС отличаются масштабностью, охватывающие значительную территорию и угрожающие большому числу людей.

ЧС классифицируют: по природе возникновения; по масштабам распространения последствий; по причине возникновения; по скорости развития; по возможности предотвращения.

В зависимости от масштабов чрезвычайных ситуаций, ЧС подразделяются на 3 уровня:

- 1) Глобальные (федеральные);
- 2) Региональные (республиканские, областные, районные, городские);
- 3) Местные (объектные, частные).

К основным причинам возникновения чрезвычайных ситуаций можно отнести следующее:

- Следствие стихийных бедствий и особо опасных инфекций;
- Воздействие внешних природных факторов, приводящих к старению и разрушению материалов, конструкций, сооружений;
- Проектно-производственные дефекты сооружений;

- Воздействия технологических процессов промышленного производства на материалы сооружений;
- Нарушение правил эксплуатации, сооружений и технологических процессов;
- Нарушение правил техники безопасности при ведении работ и технологических процессов;
- Ошибки, связанные с системой отбора руководящих кадров, низким уровнем профессиональной подготовки рабочих и их некомпетентностью и безответственностью.

Анализ выше указанных причин показывает, что основную опасность несут человеческие ошибки: свыше 60% аварий на потенциально опасных объектах происходит из-за ошибок персонала.

По некоторым оценкам, человеческие ошибки обуславливают: 45% экстремальных ситуаций на АЭС; 60% авиакатастроф; 80% катастроф на море; 90% катастроф на автодорогах.

Для объекта исследований выпускной квалификационной работы характерно возникновения возгорания (пожар), как чрезвычайной ситуации.

5.3.3 Правовые и организационные вопросы безопасности

Под рабочим местом условно понимают зону, оснащенную необходимыми техническими средствами, где работник или группа работников постоянно или временно выполняют одну работу или операцию.

Правильная планировка рабочих мест может существенно снизить действие целого ряда неблагоприятных факторов, действующих на работающего с ПЭВМ человека.

Санитарными правилами предусмотрены следующие нормы.

1. Помещения с ВДТ (видео-дисплейные терминалы) и ПЭВМ должны иметь естественное и искусственное освещение.

2. Естественное освещение должно осуществляться через светопроемы, ориентированные преимущественно на север и северо-восток и обеспечивать коэффициент естественной освещенности (КЕО) не ниже 1.2.
3. Для внутренней отделки интерьера помещений с ВДТ и ПЭВМ должны использоваться диффузно-отражающие материалы с коэффициентом отражения для потолка - 0.7 - 0.8; для стен - 0.5 - 0.6; для пола - 0.3 - 0.5.
4. Конструкция рабочего стула (кресла) должна обеспечивать поддержание рациональной рабочей позы при работе на ВДТ и ПЭВМ, позволять изменять позу с целью снижения статического напряжения мышц шейно-плечевой области и спины для предупреждения развития утомления.
5. Рабочий стул (кресло) должен быть подъемно-поворотным и регулируемым по высоте и углам наклона сиденья и спинки, а также расстоянию спинки от переднего края сиденья, при этом регулировка каждого параметра должна быть независимой, легко осуществляемой и иметь надежную фиксацию.
6. Экран видеомонитора должен находиться от глаз пользователя на оптимальном расстоянии 600 - 700 мм, но не ближе 500.
7. Рабочий стол должен иметь пространство для ног высотой не менее 600 мм, шириной - не менее 500 мм, глубиной на уровне колен - не менее 450 мм и на уровне вытянутых ног - не менее 650 мм.
8. Клавиатуру следует располагать на поверхности стола на расстоянии 100 - 300 мм от края, обращенного к пользователю или на специальной, регулируемой по высоте рабочей поверхности, отделенной от основной столешницы.

Схемы размещения рабочих мест с ВДТ и ПЭВМ должны учитывать расстояния между рабочими столами с видеомониторами (в направлении тыла поверхности одного видеомонитора и экрана другого видеомонитора), которое должно быть не менее 2,0 м, а расстояние между боковыми поверхностями видеомониторов - не менее 1,2 м. Оконные проемы в помещениях использования ВДТ и ПЭВМ должны быть оборудованы регулируемыми устройствами типа: жалюзи, занавесей, внешних козырьков и др.

Конструкция рабочего стола должна обеспечивать оптимальное размещение на рабочей поверхности используемого оборудования с учетом его количества и конструктивных особенностей (размер ВДТ и ПЭВМ, клавиатуры и др.), характера выполняемой работы. При этом допускается использование рабочих столов различных конструкций, отвечающих современным требованиям эргономики.

Помещения с ВДТ и ПЭВМ должны быть оснащены аптечкой первой помощи и углекислотными огнетушителями.

Кроме этого, существует ряд отдельных требований к организации и оборудованию рабочих мест для взрослых пользователей, для учащихся средних и высших учебных заведений, а также детей дошкольного возраста, которые учитывают специфику каждой из этих групп.

На основании статьи 107ТК РФ одним из видов времени отдыха признаются перерывы в процессе рабочего дня.

Согласно статье 109ТК РФ некоторые виды труда подразумевают необходимость предоставления работникам возможности отдохнуть в течение рабочего дня, что вызвано спецификой технологии, производства и условий работы. Конкретный перечень таких работ и порядок предоставления соответствующих перерывов должны предусматриваться правилами внутреннего распорядка.

Время регламентированных перерывов при работе на компьютере

В силу статьи 22 ТК РФ работодатель должен обеспечивать безопасность и соответствие условий труда всем необходимым требованиям (в т.ч. при работе за компьютером).

В Типовой инструкции ТОО Р-45-084-01 (утверждена 2 февраля 2001 года, далее — Инструкция) содержится более детальная регламентация рассматриваемого вопроса.

Согласно Инструкции длительность работы с компьютером без перерыва может быть не более двух часов.

Целью перерывов является уменьшение напряжения, усталости глаз и т.д.

Инструкция устанавливает зависимость времени перерывов от вида и времени осуществляемой работы путем деления на группы:

А – чтение информации с монитора по сделанному запросу;

Б – печатание на клавиатуре с целью ввода информации;

В — творческая работа.

Кроме этого предусмотрено деление на категории сложности работ:

- для группы А (не свыше 60000 считываемых знаков за смену) перерыв составляет 15 минут, предоставляется два раза – через два часа после начала работы и перерыва на обед;
- для группы Б (не свыше 40000 напечатанных знаков за смену) перерыв составляет 10 минут через каждый трудовой час;
- для группы В (не свыше шести 6 часов за смену) перерыв составляет 15 минут через каждый трудовой час.

Если смена длится двенадцать часов, время регламентированных перерывов при работе на компьютере за восемь часов работы предоставляется в вышеуказанном порядке, а за оставшиеся четыре часа – пятнадцать минут за каждый час (вне зависимости от категории).

Заключение по разделу

В ходе разработки настоящей главы ВКР была описана рабочая зона, выявлены опасные и вредные производственные факторы, а также предложены меры по ограничению их воздействия на персонал. Определены наиболее вероятные чрезвычайные ситуации, разработаны меры по предупреждению данных ситуаций, описаны порядок действий при их возникновении. Рассмотрены правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности.

Данный раздел является важным в связи с рассмотрением в нем вопросов сохранения здоровья и трудоспособности персонала, соблюдения всех законодательных норм и правил при проведении производственных процессов.

6 Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Темой научно-технического исследования является разработка автономной гибридной системы малой мощности, электроснабжение дома на колесах на базе отечественного автомобиля ГАЗ Некст, спроектированного по аналогу зарубежного дома на колесах, предназначенного для автотуризма.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации [1].

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

- оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
- осуществить планирование этапов выполнения исследования;
- рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
- произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования

6.1 Оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научных исследований с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Потенциальные потребители результатов исследования

Современные автономные гибридные системы, если рассматривать, как объект изучения очень сложен как по количеству элементов, так и по количеству представленных в них зависимостей, поэтому при изучении явлений значимую ценность представляет проведение натуральных физических экспериментов с реальным оборудованием. Вместе с тем огромная энергоемкость и значительные затраты на проведение таких экспериментов позволяют проводить исследования достаточно редко. В связи с этим возможным способом проведения исследований рассматривают применение различных методов и способов, изучаемых теорией подобия и моделирования. В настоящее время наиболее быстро и доступно ответы на возникшие вопросы могут быть найдены путем решения задач математического моделирования. Математическое моделирование, это способ исследования реальных событий, процессов, систем, который основывается на изучении их математических моделей с помощью цифровых машин.

Сложность исследования заключается в правильном выборе оборудования. Так как упрощение математических моделей приведет к недостоверному воспроизведению процессов, которые происходят в системе. Каждый элемент математической модели описывается передаточной функцией, в свою очередь передаточную функцию можно записать в виде дифференциального уравнения, а решение дифференциального уравнения сводится к решению интеграла. Решение сопровождается неизвестными методическими ошибками, отсюда следует потеря достоверности результатов моделирования, которые подтверждаются результатами верификации, произведенными в США, России. Результаты верификации не удовлетворили результаты моделирования, в результате анализа причин значительное влияние оказало недостаточно детальное составление математических моделей,

недостовверное получение подробной информации об электрическом режиме энергосистемы (сбор информации о параметрах силового оборудования, систем регулирования, которые функционировали в данном режиме).

SWOT-анализ

SWOT – Strengths (сильные стороны), Weaknesses (слабые стороны), Opportunities (возможности) и Threats (угрозы) – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта. SWOT-анализ применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта.

Для проведения комплексного анализа проводимого исследования выделим несколько этапов:

1. Описание сильных и слабых сторон проекта, выявление возможностей и угроз для реализации проекта.

Таблица 1 - Матрица SWOT

	<p>Сильные стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Принципиально новая методика проведения исследования 2. Универсальность применения разрабатываемых математических моделей 3. Наличие опытного научно-руководителя 4. Актуальность проводимого исследования 5. Обширная сфера применения 	<p>Слабые стороны научно-исследовательского проекта:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Требуется уникального оборудования 2. Возможность появления новых методов 3. Отсутствие повсеместного внедрения новой методики 4. Требуется тщательного сбора исходных данных 5. Многостадийность методики
<p>Возможности:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Возможность создания 	<p>Актуальность разработки, опытный руководитель и принципиально новая методика дает возможность сотрудничать</p>	<p>Возможность наличия партнерских отношений с исследовательскими институтами для взаимного</p>

<p>партнерских отношений с рядом исследовательских институтов</p> <p>2. Большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</p> <p>3. Большая стоимость конкурентных разработок и сложность их использования</p> <p>4. Возможность выхода на внешний рынок</p> <p>5. Рост потребности в обеспечении безопасности технологического процесса и сокращения экономических издержек</p>	<p>с рядом ведущих исследовательских институтов;</p> <p>Большой потенциал применения методики, а так же возможность выхода на внешний рынок обуславливаются принципиально новой методикой;</p> <p>Рост потребности в обеспечении безопасности технологического-производственного процесса и сокращения экономических издержек возможен за счет принципиально новой методики;</p> <p>За счет новизны и принципиальных отличий возможен выход на большие объемы применения данной методики.</p>	<p>использования уникального оборудования;</p> <p>Отсутствие повсеместного внедрения новой методики обеспечивает большой потенциал применения метода математического моделирования динамических процессов</p>
<p>Угрозы:</p> <p>1. Отсутствие спроса на новые программные продукты в исследуемой сфере</p> <p>2. Развитая конкуренция в сфере математического моделирования технологических</p>	<p>Универсальность применения разрабатываемых математических моделей и обширная сфера применения программного комплекса минимизируют влияния развитой конкуренции в обозначенной сфере</p>	

<p>процессов крупных производств</p> <p>3. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования</p> <p>4. Захват внутреннего рынка иностранными компаниями</p> <p>5. Малые скорости внедрения разрабатываемого ПО</p>	<p>Актуальность проводимого исследования и наличие опытного научного руководителя в сочетании с принципиально новой методикой проведения работ обеспечивают стремительный выход на внутренний рынок</p>	
---	---	--

2. Выявление соответствия сильных и слабых сторон научно – исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Таблица 2 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Возможности проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	B1	+	+	+	+	+
	B2	0	0	+	+	0
	B3	+	-	-	-	-
	B4	+	+	0	+	+
	B5	+	0	-	+	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильные стороны и возможности: B1C1C2C3C4C5, B2C3C4, B3C1, B5C1C4.

Таблица 3 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Возможности проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	V1	+	-	-	0	0
	V2	0	0	+	-	-
	V3	-	0	0	-	-
	V4	-	0	-	-	-
	V5	0	-	-	-	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие слабых сторон и возможности: V1Сл1, V2Сл3.

Таблица 4 - Интерактивная матрица проекта

Сильные стороны проекта						
Угрозы проекта		C1	C2	C3	C4	C5
	Y1	-	0	0	-	-
	Y2	0	+	0	0	+
	Y3	0	0	0	0	0
	Y4	+	0	+	+	+
	Y5	-	-	0	0	0

При анализе данной интерактивной таблицы можно выявить следующие коррелирующие сильных сторон и угроз: Y2C2C5, Y4C1C3C4C5.

Таблица 5 - Интерактивная матрица проекта

Слабые стороны проекта						
Угрозы проекта		Сл1	Сл2	Сл3	Сл4	Сл5
	Y1	-	0	-	0	-
	Y2	-	-	0	-	-
	Y3	-	0	0	0	0
	Y4	0	-	-	-	-
	Y5	-	-	0	0	0

Коррелирующие слабые стороны и угрозы не выявлены.

Вывод: заявленная методика имеет большой потенциал, широкий круг потенциальных потребителей, а также возможность быстрого выхода на внешний рынок.

6.2 Планирование этапов и выполнения работ проводимого научного исследования

6.2.1 Структура работ в рамках научного исследования

Планирование комплекса предполагаемых работ осуществляется в следующем порядке:

- определение структуры работ в рамках научного исследования;
- определение участников каждой работы;
- установление продолжительности работ;
- построение графика проведения научных исследований.

Для выполнения научных исследований формируется рабочая группа, в состав которой могут входить научные сотрудники и преподаватели, инженеры, техники и лаборанты, численность групп может варьироваться. По каждому виду запланированных работ устанавливается соответствующая должность исполнителей.

В данном разделе составлен перечень этапов и работ в рамках проведения научного исследования и произведено распределение исполнителей по видам работ. Порядок составления этапов и работ, распределение исполнителей по данным видам работ приведен в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень этапов работ и распределение исполнителей

Основные этапы	№ раб	Содержание исследовательской части работ	Содержание технической части работ	Должность исполнителя
Разработка технического задания	1	Составление и утверждение технического задания	Получение технического задания от предприятия-заказчика и его согласование.	Научный руководитель
Выбор направления исследований	2	Подбор и изучение материалов по теме	Сбор необходимых данных, технических параметров оборудования, изучения технологического процесса.	Инженер
	3	Выбор направления исследований	Выбор способа проведения технической стороны исследования и его обоснование; составление математических моделей.	Руководитель, инженер
	4	Календарное планирование работ по теме	Составление графика выполнения работ на всех этапах.	Научный руководитель
Теоретические исследования	5	Проведение теоретических расчетов и обоснований	Проведение теоретических расчетов, а затем необходимых экспериментов для их подтверждения.	Инженер
Обобщение и оценка результатов	6	Оценка эффективности полученных результатов	Анализ результатов проведенного научно-технического исследования, выдача рекомендаций относительно решаемой задачи.	Инженер совместно с научным руководителем
Оформление отчета по НИР	7	Составление пояснительной записки	Составление отчета о проделанной работе, с указанием проблематики проводимого исследования, результатов и принятых технических решений.	Инженер
	8	Публикация полученных результатов	Передача результатов исследования заказчику и их внедрение в процесс производства.	Научный руководитель

6.2.1.1 Определение трудоёмкости выполнения проектировочных работ

Трудовые затраты в большинстве случаев образуют основную часть стоимости разработки, поэтому важным моментом является определение трудоёмкости работ каждого из участников научного исследования.

Трудоёмкость выполнения научного исследования оценивается экспертным путем в человеко-днях и носит вероятностный характер, т.к. зависит от множества трудно учитываемых факторов. Для определения ожидаемого (среднего) значения трудоёмкости $t_{ож_i}$ используется следующая формула:

$$t_{ож_i} = \frac{3 \cdot t_{\min_i} + 2 \cdot t_{\max_i}}{5};$$

где $t_{ож_i}$ – ожидаемая трудоёмкость выполнения i -ой работы чел.-дн.;

t_{\min} – минимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (оптимистическая оценка: в предположении наиболее благоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.;

t_{\max_i} – максимально возможная трудоёмкость выполнения заданной i -ой работы (пессимистическая оценка: в предположении наиболее неблагоприятного стечения обстоятельств), чел.-дн.

Рассчитаем ожидаемое значение трудоёмкости для различных этапов:

$$t_{ож_1} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож_2} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 8}{5} = 6,2 \text{ чел.} - \text{дн};$$

$$t_{ож_3} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож_4} = \frac{3 \cdot 1 + 2 \cdot 2}{5} = 1,4 \text{ чел.} - \text{дн};$$

$$t_{ож_5} = \frac{3 \cdot 6 + 2 \cdot 8}{5} = 6,8 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож_6} = \frac{3 \cdot 2 + 2 \cdot 3}{5} = 2,4 \text{ чел.} - \text{дн};$$

$$t_{ож_7} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 5}{5} = 3,8 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож_8} = \frac{3 \cdot 15 + 2 \cdot 20}{5} = 17 \text{ чел.} - \text{дн};$$

$$t_{ож_9} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 8}{5} = 6,2 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож_{10}} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 8}{5} = 6,2 \text{ чел.} - \text{дн};$$

$$t_{ож1} = \frac{3 \cdot 3 + 2 \cdot 4}{5} = 3,4 \text{ чел.} - \text{дн}; \quad t_{ож2} = \frac{3 \cdot 5 + 2 \cdot 7}{5} = 5,8 \text{ чел.} - \text{дн};$$

Исходя из ожидаемой трудоёмкости определяется продолжительность каждой работы в рабочих днях, учитывая параллельность выполнения работ несколькими исполнителями, по следующей формуле:

$$T_{pi} = \frac{t_{ожi}}{Ч_i},$$

где T_{pi} – продолжительность одной работы, раб. дн.;

$t_{ожi}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения одной работы, чел.-дн.;

$Ч_i$ – численность исполнителей, выполняющих одновременно одну и ту же работу на данном этапе, чел.

При проектировании и разработки моделей все действия выполняются последовательно, соответственно продолжительность каждой работы будет равна $T_{pi} = t_{ожi}$.

6.2.1.2 Разработка графика проведения научного исследования

Наиболее удобным и наглядным является построение ленточного графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта.

Диаграмма Ганта – горизонтальный ленточный график, на котором работы по теме представляются протяженными во времени отрезками, характеризующимися датами начала и окончания выполнения данных работ.

Для удобства построения графика, длительность каждого из этапов работ из рабочих дней следует перевести в календарные дни. Для этого необходимо воспользоваться следующей формулой:

$$T_{ki} = T_{pi} \cdot k_{кал};$$

где T_{ki} – продолжительность выполнения i -й работы в календарных днях;

T_{pi} – продолжительность выполнения i -й работы в рабочих днях;

$k_{кал}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности определяется по следующей формуле:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}},$$

где $T_{\text{кал}}$ – количество календарных дней в году;

$T_{\text{вых}}$ – количество выходных дней в году;

$T_{\text{пр}}$ – количество праздничных дней в году.

Определим коэффициент календарности на 2018 год:

$$k_{\text{кал}} = \frac{T_{\text{кал}}}{T_{\text{кал}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{пр}}} = \frac{365}{365 - 126} = 1,527.$$

Тогда длительность первой работы в календарных днях:

$$T_{\text{к4}} = T_{\text{р4}} \cdot k_{\text{кал}} = 1,4 \cdot 1,527 = 2,138 \approx 2 \text{ дн.}$$

Рассчитанные значения в календарных днях по каждой работе необходимо округлить до целого числа. Все рассчитанные значения сводим в таблицу 7

Таблица 7 – Временные показатели проведения научного исследования

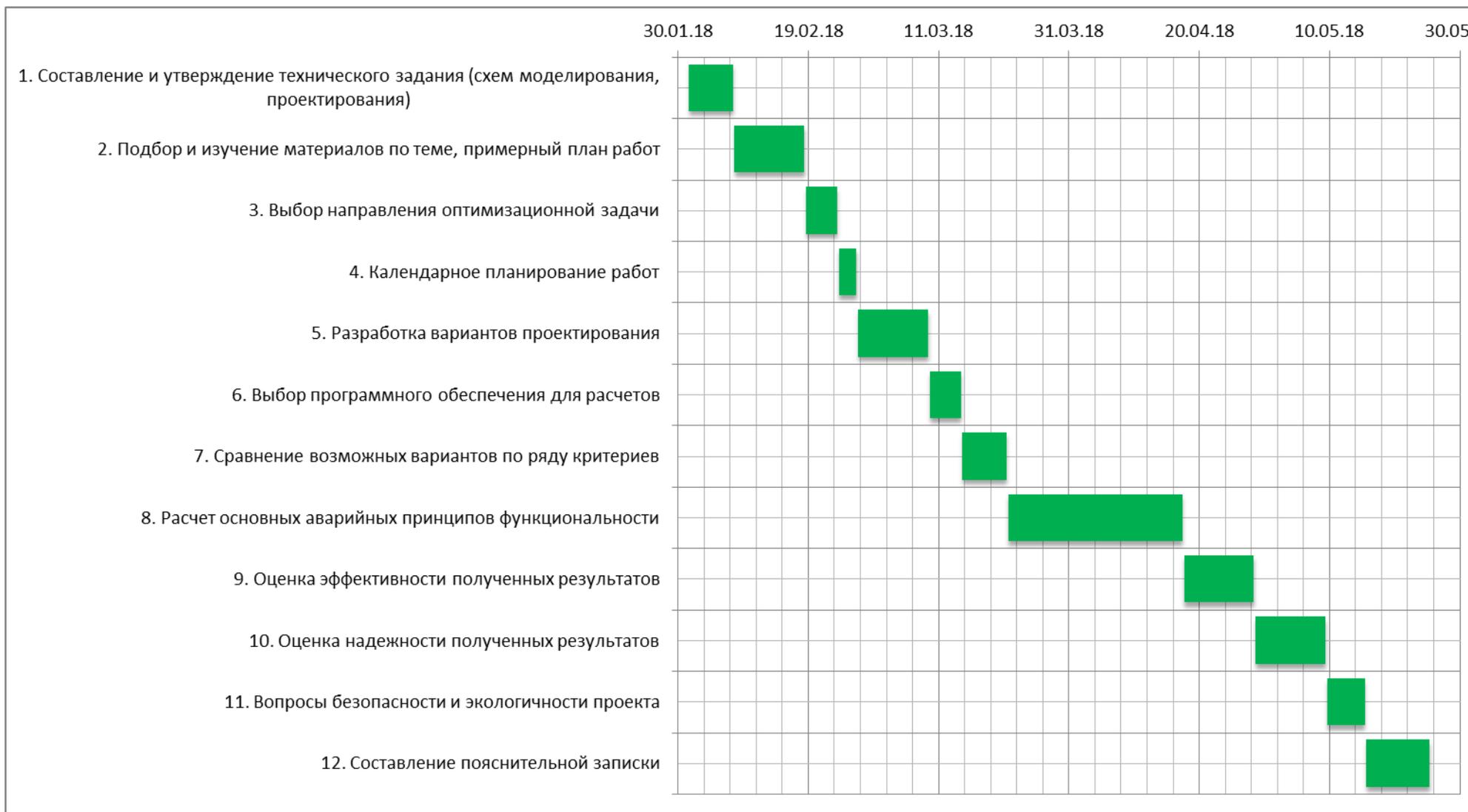
Название работы	Трудоёмкость работ (чел-дни)			Длительность работ в рабочих днях $T_{\text{рi}}$	Длительность работ в календарных днях $T_{\text{кi}}$
	t_{min}	t_{max}	$t_{\text{ож}}$		
Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	3	5	3,8	3,8	6
Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	5	8	6,2	6,2	10
Выбор направления оптимизационной задачи	2	3	2,4	2,4	4
Календарное планирование работ	1	2	1,4	1,4	2
Разработка вариантов проектирования	6	8	6,8	6,8	10
Выбор программного обеспечения для расчетов	2	3	2,4	2,4	4
Сравнение возможных вариантов по ряду	3	5	3,8	3,8	6

критериев					
Расчет основных и аварийных принципов функционирования	15	20	17	17	26
Оценка эффективности полученных результатов	5	8	6,2	6,2	10
Оценка надежности полученных результатов	5	8	6,2	6,2	10
Вопросы безопасности и экологичности проекта	3	4	3,4	3,4	5
Составление пояснительной записки по проекту	5	7	5,8	5,8	9
Итого	55	81	65,4	65,4	102

На основании таблицы построим календарный план-график. График строится для максимального по длительности исполнения работ в рамках научно-исследовательского проекта.

Таблица 7 – Календарный план-график проведения исследований

№	Вид работы	Исполнители	Ткi (кал. дн.)	Продолжительность выполнения работ										
				Февраль		Март			Апрель			Май		
				2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	
1	Составление и утверждение технического задания (схем моделирования, проектирования)	Руководитель	6	■	■									
2	Подбор и изучение материалов по теме, примерный план работ	Руководитель	10		■	■								
3	Выбор направления оптимизационной задачи	Инженер	4			■	■							
4	Календарное планирование работ	Руководитель	2			■	■							
5	Разработка вариантов проектирования	Инженер	10				■	■	■					
6	Выбор программного обеспечения для расчетов	Инженер	4					■	■					
7	Сравнение возможных вариантов по ряду критериев	Инженер	6						■	■				
8	Расчет основных и аварийных принципов функционирования	Инженер	26							■	■	■		
9	Оценка эффективности полученных результатов	Руководитель	10									■	■	
10	Оценка надежности полученных результатов	Руководитель	10											■
11	Вопросы безопасности и экологичности проекта	Инженер	5											■
12	Составление пояснительной записки по проекту	Инженер	9											■



Согласно составленному календарному плану с учетом вероятностного характера выполнения работ (благоприятный, неблагоприятный) продолжительность проектирования составляет 10 полных декад, начиная со первой декады февраля, заканчивая третьей декадой мая.

Далее, по диаграмме Гантта можно наглядно оценить показатели рабочего времени для каждого исполнителя. Продолжительность выполнения проекта в рабочих днях составит 102 дня, из которых 64 дней – продолжительность выполнения работ инженером, а 38 дней – продолжительность выполнения работ руководителем.

6.3 Бюджет научно-технического исследования (НТИ)

При планировании бюджета НТИ должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов расходов, связанных с его выполнением. В процессе формирования бюджета НТИ используется следующая группировка затрат по статьям:

- материальные затраты НТИ;
- основная заработная плата исполнителей темы;
- дополнительная заработная плата исполнителей темы;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

6.3.1 Расчет материальных затрат

В материальные затраты включают дополнительные затраты на канцелярские принадлежности, информационные носители, картриджи и т.п.

Расчет материальных затрат осуществляется по следующей формуле:

$$Z_M = \sum_{i=1}^m \Pi_i \cdot N_{\text{расх}i},$$

где m – количество видов материальных ресурсов;

$N_{\text{расх}i}$ – количество материальных ресурсов i -го вида, планируемых к использованию (натур.ед.);

C_i – цена приобретения единицы i -го вида потребляемых материальных ресурсов (руб./натур.ед.).

Таблица 7 – Материальные затраты

Наименование	Количество	Цена за ед., руб.	Затраты на материалы, (Z_m), руб.
Бумага	1	250	250
Ручка	2	84	168
Папка	1	50	50
Калькулятор	1	722	722
Итого			1190

При расчете материальных затрат не учитывались транспортные расходы, т.к. данные канцелярские принадлежности были доставлены на рабочее место самими исполнителями технического проекта.

6.3.2 Полная заработная плата исполнителей темы

Полная заработная плата включает основную и дополнительную заработную плату и определяется как:

$$Z_{полн} = Z_{осн} + Z_{доп},$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата.

Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы окладов и тарифных ставок.

Заработная плата инженера главного специалиста определяется как:

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп};$$

где $Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, составляет $0,15 \cdot Z_{осн}$;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата.

Размер основной заработной платы определяется по формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_p;$$

где $Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата;

T_p – суммарная продолжительность работ, выполняемая научно-техническим работником.

Размер среднедневной заработной платы рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D};$$

где Z_M – месячный оклад научно-технического работника;

M – количество месяцев работы без отпуска ($M = 10$ для пятидневной рабочей недели и отпуске в 48 календарных дней);

F_D – действительный годовой фонд научно технического персонала (определяется за вычетом выходных, праздничных и больничных дней).

Месячный оклад научно-технического работника определяется по формуле:

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np}) \cdot k_p;$$

где Z_{TC} – заработная плата по тарифной ставке;

k_{np} – премиальный коэффициент, 0,15;

k_p – районный коэффициент, для наших исследуемых зон возьмем усредненный 1,3.

Размер заработной платы по тарифной ставке определяется по формуле:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T;$$

где T_{ci} – тарифная ставка работника;

k_T – тарифный коэффициент в зависимости от ставки.

С помощью представленных выше формул находим основную заработную плату руководителя НТИ:

$$Z_{TC} = T_{ci} \cdot k_T = 27500 \cdot 1,407 = 38692,5 \text{ руб};$$

$$Z_M = Z_{TC} \cdot (1 + k_{np} + k_D) \cdot k_p = 38692,5 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,3 = 65390,325 \text{ руб};$$

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{65390,325 \cdot 10}{365 - 126} = 2736 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p = 2736 \cdot \frac{30}{8} = 10260 \text{ руб};$$

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп} = Z_{осн} + 0,15 \cdot Z_{осн} = 10260 + 0,15 \cdot 10260 = 11799 \text{ руб}.$$

По аналогии рассчитаем заработную плату инженера:

$$Z_{ТС} = T_{ci} \cdot k_T = 23000 \cdot 1 = 23000 \text{ руб};$$

$$Z_M = Z_{ТС} \cdot (1 + k_{np}) \cdot k_p = 23000 \cdot (1 + 0,3) \cdot 1,3 = 38870 \text{ руб};$$

$$Z_{он} = \frac{Z_M \cdot M}{F_D} = \frac{38870 \cdot 10}{365 - 126} = 1626,4 \text{ руб}$$

$$Z_{осн} = Z_{он} \cdot T_p = 1626,4 \cdot \frac{576}{8} = 117100,8 \text{ руб};$$

$$Z_{П} = Z_{осн} + Z_{доп} = Z_{осн} + 0,15 \cdot Z_{осн} = 117100,8 + 0,15 \cdot 117100,8 = 134675,92 \text{ руб}.$$

6.3.3 Отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления)

В данной статье расходов отражаются обязательные отчисления по установленным законодательством Российской Федерации нормам органам государственного социального страхования (ФСС), пенсионного фонда (ПФ) и медицинского страхования (ФФОМС) от затрат на оплату труда работников.

Величина отчислений во внебюджетные фонды определяется исходя из следующей формулы:

$$Z_{внеб} = k_{внеб} \cdot (Z_{осн} + Z_{доп}),$$

где $k_{внеб}$ – коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды (пенсионный фонд, фонд обязательного медицинского страхования и пр.).

На основании пункта 1 ст.58 Федерального закона №212-ФЗ для учреждений осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2018 году вводится пониженная ставка – 30,2 %.

Отчисления во внебюджетные фонды составят:

$$Z_{внеб1} = 0,302 \cdot (10260) = 3098,52 \text{ руб}.$$

$$Z_{внеб2} = 0,302 \cdot (117100,8) = 35364,4 \text{ руб}.$$

6.3.4 Накладные расходы

Накладные расходы учитывают прочие затраты организации, не включенные в предыдущие статьи расходов: печать и ксерокопирование материалов исследования, оплата услуг связи, электроэнергия, почтовые и телеграфные расходы и т.д. Их величина определяется по следующей формуле:

$$Z_{\text{накл}} = Z_{\text{проч.}} \cdot k_{\text{нр}} = (Z_{\text{спец}} + Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}} + Z_{\text{внеб}}) \cdot 0,16 = \\ = (1190 + 127360,8 + 9104,12 + 38463) \cdot 0,16 = 28178,9 \text{ руб}$$

где $k_{\text{нр}}$ – коэффициент, учитывающий накладные расходы.

Величина коэффициента накладных расходов принимается в размере 16%.

6.3.5 Формирование сметы технического проекта

Рассчитанная величина затрат технического проекта является основой для формирования бюджета затрат проекта, который при формировании договора с заказчиком защищается организацией в качестве нижнего предела затрат на разработку проекта.

Таблица 8 – Смета затрат технического проекта

Наименование статьи	Сумма, тыс. руб.	Доля, %
1. Материальные затраты	1,19	5
2. Затраты по полной заработной плате исполнителей темы	146,474	68,35
3. Отчисления во внебюджетные фонды	38,462	17,95
4. Накладные расходы	28,178	8,7
Итого	214,304	100,0

Смета затрат на разработку технического проекта составляет 214,304 тыс.руб, из которых более половины (68,35 %) составляют затраты на оплату труда исполнителей проекта. Все результаты проекта оказались ожидаемы и могут быть реализованы.

Определение целесообразности и эффективности научного исследования

Анализ и оценка научно-технического уровня проекта

Для оценки научной ценности, технической значимости и эффективности исследования необходимо: рассчитать коэффициент научно-технического уровня. Коэффициент НТУ рассчитывается при помощи метода балльных оценок, в котором каждому из признаков НТУ присваивается определенное число баллов по принятой шкале. Общую оценку приводят по сумме баллов по всем показателям с учетом весовых характеристик. Общая оценка рассчитывается по формуле:

$$НТУ = \sum_{i=1}^n k_i \cdot П_i \quad (12)$$

где k_i – весовой коэффициент i – го признака;

$П_i$ – количественная оценка i – го признака.

Таблица 9 – Весовые коэффициенты НТУ

Признаки НТУ	Весовой коэффициент
Уровень новизны	0.4
Теоретический уровень	0.2
Возможность и масштабы реализации	0.4

Таблица 10 – Шкала оценки новизны

Баллы	Уровень
1-4	Низкий НТУ
5-7	Средний НТУ
<u>8-10</u>	<u>Сравнительно высокий НТУ</u>
11-14	Высокий НТУ

Таблица 11 – Значимость теоретических уровней

Характеристика значимости теоретических уровней	Баллы
Установка законов, разработка новой теории	10
<u>Глубокая разработка проблем, многосторонний анализ, взаимозависимость между факторами</u>	<u>8</u>
Разработка алгоритма	6
Элементарный анализ связей между факторами (наличие гипотезы, объяснение версий, практические рекомендации)	2
Описание отдельных факторов (вещества, свойств, опыта, результатов)	0.5

Таблица 12 - Возможность реализации по времени и масштабам

Время реализации	Баллы
<u>В течение первых лет</u>	<u>10</u>
От 5 до 10 лет	4
Свыше 10 лет	2
Масштабы реализации	Баллы
Одно или несколько предприятий	2
<u>Отрасль</u>	<u>4</u>
Народное хозяйство	10

$$k_1 = 0.4, P_1 = 10, k_2 = 0.2, P_2 = 8,$$

$$k_3 = 0.2, P_3 = 10, k_4 = 0.2, P_4 = 4.$$

$$HTU = 0.4 \cdot 10 + 0.2 \cdot 8 + 0.2 \cdot 10 + 0.2 \cdot 4 = 8.4$$

По полученным результатам расчета коэффициента научно-технического уровня можно сделать вывод, что данный проект имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, и при этом используется в широком спектре отраслей

Оценка важности рисков

При оценке важности рисков оценивается вероятность их наступления (P_i). По шкале от 0 до 100 процентов: 100 – наступит точно, 75 – скорее всего наступит, 50 – ситуация неопределенности, 25 – риск скорее всего не наступит, 0 – риск не наступит. Оценка важности риска оценивается весовым коэффициентом (w_i). Важность оценивается по 10- балльной шкале b_i . Сумма весовых коэффициентов должна равняться единице. Оценка важности рисков приведена в таблице 20.

Таблица 13 – Экономические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	Инфляция	100	1	0,019	1,960
2	Экономический кризис	25	2	0,039	0,980
3	Недобросовестность поставщиков	25	6	0,117	2,941
4	Непредвиденные расходы в плане работ	50	7	0,137	6,862
5	Снижение уровня спроса на продукцию	50	10	0,196	9,803
6	Сложность выхода на мировой рынок вследствие монополизированности рынка	75	7	0,137	10,294
7	Колебания рыночной конъюнктуры	25	6	0,117	2,941
8	Отсутствие в числе сотрудников экономистов	25	2	0,039	0,980
9	Низкие объемы сбыта	50	10	0,196	9,803
	Сумма		51	1	46,568

Таблица 14 – Технологические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	возможность поломки оборудования	25	7	0,25	6,25
2	низкое качество поставленного оборудования	25	9	0,3214	8,0357
3	неправильная сборка оборудования	25	8	0,2857	7,1428
4	опасность для работающего персонала и аппаратуры	75	4	0,1428	10,714
	Сумма		28	1	32,142

Таблица 15 – Научно-технические риски

№	Риски	P_i	b_i	w_i	$P_i * w_i$
1	развитие конкурентных технологий	75	7	0,145	10,937
2	создание новых методов синтеза	75	7	0,145	10,937
3	риск невозможности усовершенствования технологии	50	8	0,166	8,333
4	отсутствие результата в установленные сроки	50	7	0,145	7,2916
5	получение отрицательного результата при внедрении в производство	25	10	0,208	5,208
6	несвоевременное патентование	25	9	0,187	4,687
	Сумма		48	1	47,395

Далее производится расчет общих рисков:

Таблица 16 – Общая оценка риска проекта

Виды рисков в группе	P_i	b_i	W_i	$P_i * W_i$
Экономические	46,57	10	0,25	11,64
Технологические	32,14	9	0,5	16,07
Научно-технические	47,4	6	0,25	11,85
Итого		25	1	39,56

Итоговая оценка риска проекта составила порядка 40%, т.е. проект имеет право на жизнь, хотя и не лишен препятствий.

Для того чтобы избежать риски или минимизировать их воздействие на проект необходимо проводить мероприятия по борьбе с рисками.

Таким образом, анализируя результаты данного раздела, можно заключить, что проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня, а также приемлемый уровень рисков. Это подтверждает целесообразность проводимого научного исследования.

Выводы

В ходе выполнения раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» были решены следующие задачи:

1. Проведена оценка коммерческого потенциала и перспективности проведения научного исследования на примере SWOT-анализа, результат которого показал большой потенциал применения методики, а так же возможность быстрого выхода на внешний рынок обеспечены принципиально новым подходом к решению поставленной задачи.
2. Определен полный перечень работ, проводимых при исследовании влияния автоматического включения резерва на возможность самозапуска мощных синхронных двигателей. Общее число работ составило 8. Определена трудоемкость проведения работ. Ожидаемая трудоемкость работ для научного руководителя составила 16 чел-дней, для студента-исполнителя составила 60 чел-дней. Общая максимальная длительность выполнения работы составила 114 календарных дней.
3. Суммарный бюджет затрат НТИ составил – 214,304 тыс.руб. Расчет бюджета осуществлялся на основе следующих пунктов:
 - расчет материальных затрат НТИ;
 - основная заработная плата исполнителей темы;
 - дополнительная заработная плата исполнителей темы;
 - отчисления во внебюджетные фонды (страховые отчисления);
 - накладные расходы.
4. Определена целесообразность и эффективность научного исследования путем анализа и оценки научно-технического уровня проекта, а также оценки возможных рисков. В результате проводимое исследование имеет высокую значимость теоретического и практического уровня и приемлемый уровень рисков.

Следует отметить важность для проекта в целом проведенных в данной главе работ, которые позволили объективно оценить эффективность проводимого научно-технического исследования.

Заключение

В проделанной магистерской диссертации была рассмотрена и спроектирована система электроснабжения дома на колесах на базе возобновляемых источников энергии.

Были проанализированы два возможных источника возобновляемой энергии, ветер и солнце. Анализ проводился по данным с метеостанций, установленных в предлагаемом месте расположения. Рассчитаны основные параметры обоих источников.

Проведен расчет нагрузки, потребляемой электрооборудованием в автодоме. На основании графиков нагрузки и энергетических параметров возобновляемых источников были составлены энергетические балансы. На основании балансов и экономических расчетов был выбран солнечный источник как основной, так как скорость ветра в районе расположения не велика.

В качестве основного энергетического оборудования было выбрано 12 солнечных модулей ФСМ- 300 по 300Вт каждый и сетевой инвертор МАП SIN Энергия PRO HYBRID.

Учитывая специфику работы сетевого инвертора, была разработана схема электрического присоединения к основной системе электроснабжения. Использование новейшего оборудования, позволяет использовать альтернативную энергетику в данном районе. Спроектированная система электроснабжения наглядно это демонстрирует.

Список использованных источников

1. Электронный ресурс: <http://stroyday.ru/stroitelstvo-doma/raznoe/dom-na-kolesax-svoimi-rukami.html>
2. Электронный ресурс: <http://diz-cafe.com/postroiki/dom-na-kolesax-dlya-dachi-kak-bystro-i-deshevo-reshit-problemu-komforta.html>
3. Электронный ресурс: <http://rostvmama.ru/articles/1242-kuda-pohat-v-rossii.html>
4. Электронный ресурс: <http://altenergiya.ru/sun/mnogoobrazie-vidov-solnechnyx-panelej.html>
5. Электронный ресурс:
http://www.domastroim.su/articles/electro/electro_1503.html
6. Электронный ресурс: <http://generatorvolt.ru/invertornyjj/preobrazovatel-postoyannogo-napryazheniya-dlya-solnechnykh-panelej.html>
7. Электронный ресурс: <http://solarb.ru/kontroller-zaryada-dlya-solnechnoi-batarei>
8. Расчет величины поступления теплоты от солнечной радиации на поверхность земли: Методические указания/Д.В. Самойлов под редакцией Ю.В. Пешти; Московский государственный технический университет. – Москва: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2006.-19с.
9. Системы электроснабжения с ветровыми и солнечными электростанциями: Учебное пособие/Б.В. Лукутин, И.О. Муравлев, И.А. Плотников; Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во ТПУ, 2015.-130с.

Приложение А

INTRODUCTION

According to Russian economic strategy (ES) for the period up to 2030, the main goal is to make the most efficient use of natural energy resources, as well as the full potential of power-generating sector. The main role in the ES-2030 is given to development of renewable energy and its carriers.

Each of us faced a sudden loss of power, electric transmission line surges, incapacitating expensive appliances. Alternative energy sources help to eliminate all the troubles related to power outages. Such energy systems were quite unavailable a few years ago due to its high cost. Now, in the early 21st century, the breakthrough of technologies of alternative and renewable energy sources, especially solar one, significantly increased the availability of environmentally friendly energy systems. Independent power supply, without interruption, noise and environmental pollution is an incomplete list of the advantages of their own systems working on renewable energy sources. The cost of installation of ecological power systems is still quite high but over time pays off (depending on local conditions) were one of the reasons for the growing popularity of alternative energy systems. Of course, a wide unfamiliar to consumer technology, domestic production is not adapted to the production of components of sufficient quality systems and, as a consequence forced to use imported more expensive products, inhibit the distribution of the alternative including solar energy in different regions of Russia.

The main topic of the research is the problem of power supply from the central grid to remote facility, which is possible to solve using solar and wind energy.

ANALYSIS OF NATURAL CONDITIONS FOR THE MANUFACTURE OF POWER SUPPLY SYSTEMS BASED ON RENEWABLE ENERGY SOURCE

For a right choice of a source of renewable energy it is necessary to determine precisely the power of its streams in an estimated place of their use. Implementation of this task assumes existence of a large number of information. The collection of such information is possible in case of the organization long and regular supervision and analyses of the obtained data on parameters of the chosen source.

Eventually the requirement of energy isn't constant. For example, the maximum point for electric energy in morning and evening hours and minimum point at nights. Traditional power sources can be arranged under these fluctuations, regulating fuel consumption or water. When using nonconventional power sources, fluctuates not only demand for energy, but also power of sources isn't constant in time. Therefore, process of coordination of development and electricity consumption in system with RES represents a complex challenge.

All renewables, conditionally, are represented in three main types:

- chemical energy;
- mechanical energy;
- thermal and radiant energy.

Depending on type of a renewable source of energy, it possesses a certain set of the qualities of energy, inherent only in this type. It is necessary to understand that share of energy, necessary for turning into mechanical work as quality of energy of a renewable source. RES with mechanical energy possess rather high quality and are suitable for electricity generation.

Depending on a source, mechanical energy is capable to reach to 30% when using wind power. When using energy of water, this percent is much higher, to 75%, when using tidal and wave electro installations. Quality of thermal and

radiant RES isn't strongly great (to 35%) and is limited to the second law of thermodynamics.

For power sources on the basis of photon processes (solar panels), at the moment technological progress, higher than 15% were practically not succeeded to receive quality. Only in space similar devices are capable to give out to 30%.

Generic experience in use of RES in practice showed that it is the excellent solution for power supply of the remote consumers who don't have the centralized power supply.

However, any RES isn't generic, capable to be used in any situation. Use of this or that type of a source, first of all, is defined by environment and necessary quantity of the demanded electric power. An important condition is also the cost of this or that source.

Being guided by the provided information, it is possible to choose the most economic and effective RES for these or those demanded conditions.

It is necessary to draw a conclusion that there is no simple and generic method of planning of power on the basis of renewables. The size of the area on which it is reasonable to plan power on renewable sources, can occupy the space with a radius around 250 km.

At development of power, it is worth remembering that more effectively and cheaper way, as a rule, is to increase energy efficiency of consumers than to increase number of sources of the electric power. After the analysis of characteristics of consumers and potential RES, it is necessary to synchronize them with each other. Synchronization assumes performance of the following conditions:

1. The designed power station assumes maximum efficiency of use of a renewable energy source. Losses in the transmission of the electric power supply from a source to the consumer have to be minimum for ensuring minimization of the size of the electric power equipment.

2. When designing control systems of renewable sources, it is necessary to remember that use of feedback between the consumer and a source is not effective. The developed energy will be spent not completely. The inefficiency of feedback is caused by continuous existence in surrounding space of streams of the used energy.
3. Coordination of consumption and energy production, without overestimate of power of the power station, is possible using storage units for generated energy.
4. In the case of impossibility of coordination of the RES, installation and the consumer refuses this task. In that case, RES is connected to more powerful and generic power supply system.
5. Use of RES is the most effective option, where in each time point such number of consumers, which total power corresponds to the developed power source at present, is connected to a source [6].

For system of power supply of a ski resort in the Kemerovo region, such RES as the sun and wind will be considered.

Definition of wind power characteristics

In the performance of tasks of wind power potential assessment, its contribution to system of power supply of this or that facility and ecology of the area existence of large volume of information on features of the wind mode in this field depending on time during the whole year is necessary.

Wind is the most changeable and inconstant meteorological element.

Various obstacles (a relief, vegetation, water spaces, and artificial constructions) have very strong impact on speed and the direction of wind. The bad impact of these obstacles is characterized by the parameter of a roughness of the spreading surface. The roughness of the spreading surface

has impact not only at the surface of the earth but also at rather big heights. This feature causes the necessary use of information on wind registered in various points only taking into account uniformity of the territory. If location of points and the considered meteorological stations do not differ, these meteorological stations can be considered as suitable. Data from meteorological stations can be applied to the points that are at distance to 50 kilometers. In the conditions of the open district, the security indications of two neighboring stations may differ due to trees and buildings around them depending on location of weather vane at station.



Figure A.1 – Location

Assessment of wind power potential

Effective use of wind power is possible in case if there is exhaustive information on wind, power source and natural process. The assessment of efficiency of use of wind as source requires special characteristics reflecting natural structure and possibilities of use of wind. These characteristics are formed in the course of development of the wind power.

Wind power potential is a set of the wind characteristics, reflecting its power value. The potential allows defining the most effective and possible operating modes of the projected wind power installation.

The main wind characteristics are as follows:

- wind power resources of the considered area;
- specific power and wind power;
- average speed of wind for a certain period (day, month, and year);
- annual and daily course of wind;
- repeatability of the directions of wind;
- repeatability of speed of wind during various temporary periods;
- duration without wind breaks;
- distribution of the wind periods;
- maximum wind speed.

The main data sources for the wind power potential are long-term (tens of years) supervision from meteorological stations. Registered several times per day data from these sources are exhaustive material for drawing up the wind power potential. The main advantage of such data is that they are executed by a uniform technique; the platforms, with which monitoring is performed, are classified by degree of their openness making data unified and simplifying process of their analysis [8].

Average monthly and average annual wind speed

Average monthly and average annual speeds of wind for long periods are the main and basic data for drawing up characteristics of the general level about wind speed. According to the set characteristics, it is previously possible to judge prospects of placement of the wind power equipment in the demanded area. By drawing up characteristics, it is necessary to remember that wind speed strongly depends on a roughness of the spreading surface and that data of meteorological stations can change together with change of the surrounding territory eventually. It should be considered by comparison of average wind speed to bring them to equal conditions [8].

For receiving reliable data about average wind speed of the territory, it is necessary to use considerable volume of measurements during rather long time.

Average wind speed is defined as the arithmetic-mean value received as a result of numerous measurements of wind speed during equal periods during the set time interval (day, month, and year).

$$V_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n V_i$$

V_{av} – average speed, m/s; n – number of time periods; V_i – wind speed in a certain period of time, m/s;

Results of calculations are shown in table A.1.

Table A.1 – Consolidate settlement data

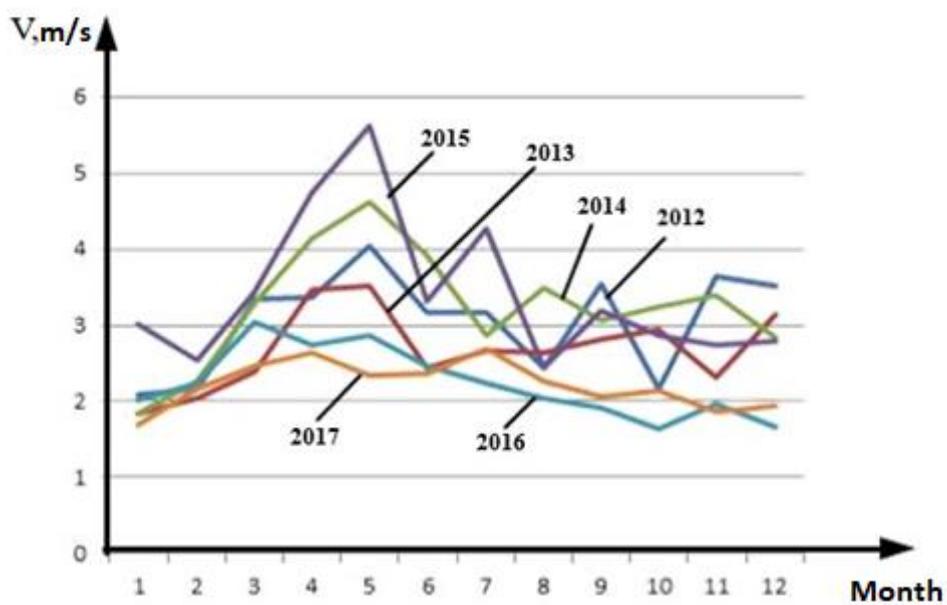
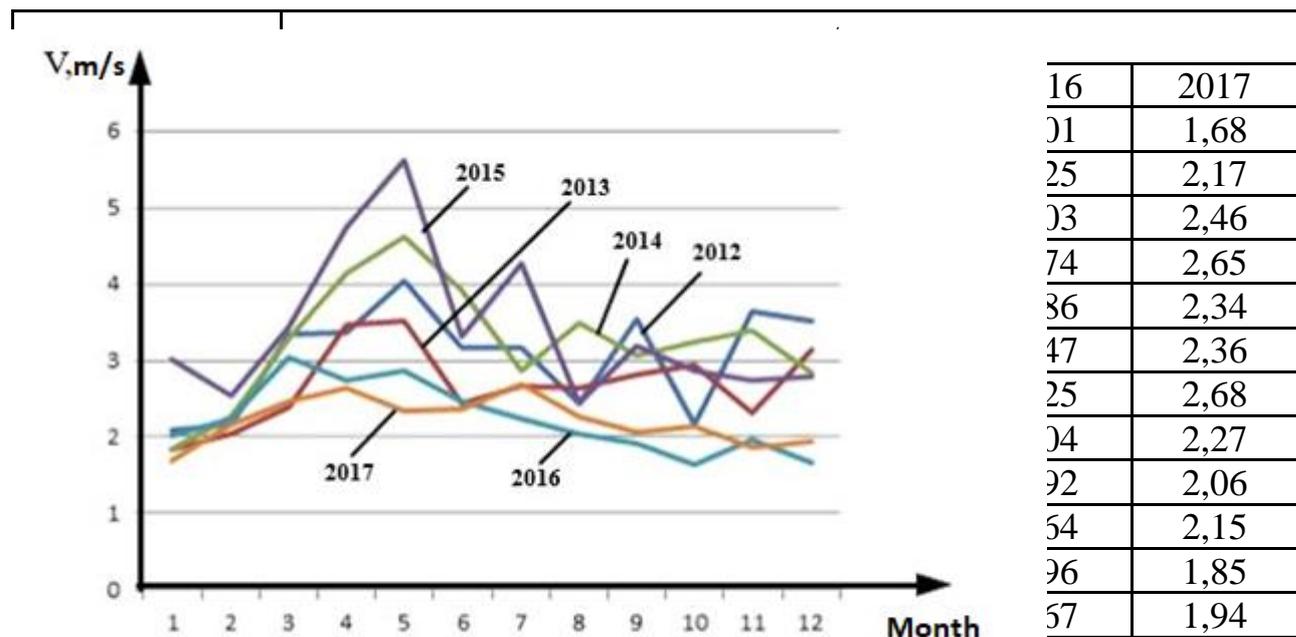


Figure A. 2 – Average wind speed 2010-2015 (Gorno-Altaiisk Area)

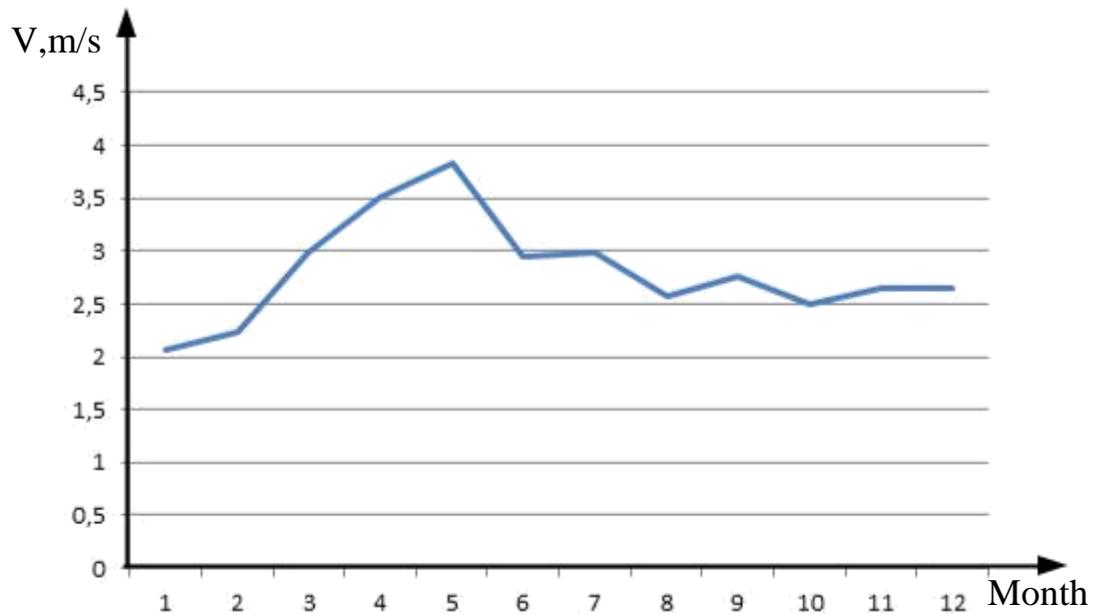


Figure A. 3 – The average value of annual wind power, monthly

The figure A.3 shows that the average annual wind speed is less than 3.5 m/s, so this region has poor wind energy potential.

Definition of sunlight power characteristics

Sunlight is characterized by wide spectral range, from radio-waves to gamma radiation. At distance to 1 a.a. from the sun, density of a stream of its radiation makes 1360 W/m^2 . This size is called as a solar constant which actually isn't a constant: it changes within a year, reaching the maximum value in January when Earth is most close to the sun. Term 'radiation-flux density' is used for designation of power of the radiation coming to 1 m^2 of surface.

Radiation-flux density of sunlight is called insolation. It is often used a concept of solar constant on the surface of Earth which is equal to value of insolation on the surface located at sea level and focused on the sun. This constant for convenience is assumed equal to 1000 W/m^2 that approximately corresponds to a sunlight stream in the clear sky at noon. Virtually, radiation-flux density changes in time on the surface of Earth and its value varies due to a large number of factors [11].

Solar radiation is affected by various factors: cloudiness, width, district height above sea level, proximity of the horizon, various exposition of slopes and transparency of the atmosphere [12].

For assessment of a renewable energy potential of solar energy it is necessary to determine energy potential of solar insolation in the set region. The assessment is made on the basis of NASA data. NASA data processed are borrowed from the RETScreen.

The data, given below, are fair for 51°58' northern latitude and 85°58' east longitude.

For obtaining values of solar insolation for an inclined surface (35°), it is necessary to count values for horizontal surface according to the following method.

Calculation procedure is the following:

1. Find the value of the declination of the sun:

$$\delta = 0,41 \times \sin \left(2 \times \pi \times \frac{(284 + N)}{365} \right) = -0,184$$

2. Determine the sun height and the incidence angle of direct solar radiation on the ground at different angles to the horizontal plane:

$$\begin{aligned} \cos \theta &= \sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s - \\ &\sin \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s \cdot \cos \gamma + \cos \delta \cdot \cos \varphi \cdot \cos s \cdot \cos \omega + \\ &\cos \delta \cdot \sin \varphi \cdot \sin s \cdot \cos \gamma \cdot \cos \omega + \cos \delta \cdot \sin s \cdot \sin \gamma \cdot \sin \omega \end{aligned}$$

$$\sin \alpha = \sin \varphi \cdot \sin \delta + \cos \varphi \cdot \cos \delta \cdot \cos \omega$$

3. Find the density of the total solar radiation falling on a sloping site in clear weather at different angles of inclination site to the horizon:

$$Q_{\text{HAKЛ}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = S_{\text{HAKЛ}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + D_{\text{HAKЛ}}(\varphi, \omega, s, N)$$

$$S_{\text{HAKЛ}} = S_{\text{opt}} \cdot \cos \theta$$

$$S_{\text{opt}} = \frac{S_0 \cdot \sin \alpha}{\sin \alpha + c}$$

$$D_{\text{HAKЛ}} = D_{\text{zop}} \left(0,55 + 0,434 \cdot \cos \theta + 0,313 (\cos \theta)^2 \right)$$

$$D_{\text{zop}} = \frac{1}{3} (S_0 - S_{\text{opt}}) \sin \alpha$$

4. Determine the flow of the total solar radiation on a plane inclined to the horizon at the optimum angle in cloudy weather with clearings:

$$Q_{\text{обл}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) = (S_{\text{HAKЛ}}(\varphi, \omega, \gamma, s, N) + D_{\text{HAKЛ}}(\varphi, \omega, s, N)) \cdot (1 - (a + bn)n)$$

For a more correct calculation of the optimum angle, we should find the total amount of energy on the plane of 1 m^2 during the day $s = \frac{\pi}{12}; \frac{\pi}{6}; \frac{\pi}{4}; \frac{\pi}{3}$, namely:

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{HAKЛ}} \left(\omega, \frac{\pi}{12} \right) d\omega = 822,364 \text{ Дж} / \text{M}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{HAKЛ}} \left(\omega, \frac{\pi}{6} \right) d\omega = 1021 \text{ Дж} / \text{M}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{HAKЛ}} \left(\omega, \frac{\pi}{4} \right) d\omega = 1156 \text{ Дж} / \text{M}^2$$

$$\int_{-\frac{\pi}{3}}^{\frac{\pi}{4}} Q_{\text{HAKЛ}} \left(\omega, \frac{\pi}{3} \right) d\omega = 1216 \text{ Дж} / \text{M}^2$$

Convert radians into hours: $1216 \text{ J/m}^2 \cdot \text{rad} = 1216 \cdot 12/3,14 = 4,647 \text{ kW}$

Table A. 2 – Insolation 2012 - 2017

Month	λ , kWh per day					
	2012	2013	2014	2015	2016	2017
January	3,4432	3,8721	3,7623	3,3554	3,4356	3,5039
February	4,6471	5,1986	4,8984	4,9847	4,5643	4,7363
March	5,0484	4,8934	5,1543	5,0873	5,0495	5,2845
April	5,663	5,4563	5,7934	5,5738	5,6783	5,3234
May	5,7516	5,9746	5,6908	6,0982	5,6795	5,9822
June	5,7248	6,0039	5,9872	5,9903	6,0193	5,6849
July	5,751	5,9456	5,9943	6,1304	5,7946	5,9044
August	5,6178	5,8032	5,7849	5,6748	5,8399	5,8493
September	4,8955	4,6039	4,7893	5,0937	4,6897	4,9847
October	3,4395	3,9049	3,7848	4,0288	3,4563	3,3682
November	1,7942	2,3423	2,0493	1,9374	1,7484	2,1834
December	2,1961	2,5367	2,3948	2,2494	2,1965	2,4983

Average daily and monthly amount of monthly solar radiation is shown in the table below:

Table A. 3 – Average daily and monthly solar radiation

	Jan.	Febr.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.
Daily average	3,56	4,83	5,08	5,58	5,85	5,89	5,91	5,8	4,83	3,64	2,99	2,34
Monthly average	106,8	144,9	152,4	167,4	175,5	176,7	177,3	174	144,9	109,2	89,7	70,2

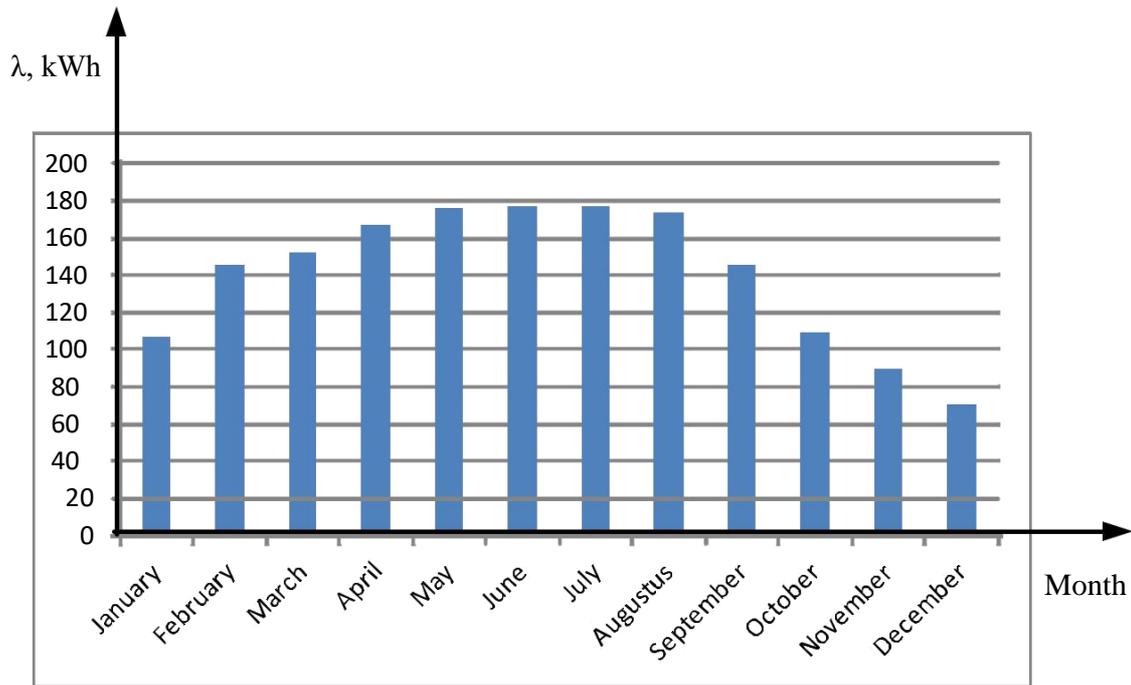


Figure A. 4 – Monthly solar energy

Analyzing the above figures, the following conclusion can be drawn:

- 1) The most favorable months for solar modules usage are the months from March to September inclusive, as they are characterized by the highest values of total solar radiation.
- 2) December is characterized by a minimum amount of total solar radiation and the maximum demand for electricity. The use of solar panels in a given month should be implemented as part of a hybrid power plant using fossil fuels.
- 3) In general, power supply of the facility using solar energy resources during the year will be efficient, but only using fossil fuels, when required.

CONCLUSION

Analysis of renewable energy sources in the Gorno-Altai region shows that the region has poor wind potential. Peak of the average wind speed is 3.5 m/s. Solar potential is high. The analysis shows that the sunlight during the winter and autumn makes on average 4,235 kWh per square meter. The sun has the greatest potential in comparison with the wind.